





موارد المياه في شبه جزيرة سيناء

د. السيد السيد الحسيني

شعبان ١٤٠٧ هـ
ابريل ١٩٨٧ م

١٠٠

نشرة دورية محكمة تعنى بالبحوث الجغرافية
يصدرها قسم الجغرافيا بجامعة الكويت والجمعية الجغرافية الكويتية

الاشتراكات

في الكويت

للمؤسسات ١٢ دينارا كويتيا (سنويا)

للأفراد ٦ دينارا كويتيا (سنويا)

خارج الكويت

للمؤسسات ١٥ دينارا كويتيا (سنويا)

للأفراد ٧.٥ دينارا كويتيا (سنويا)

الجمعية الجغرافية الكويتية

ص.ب: ١٧٠٥١ الكويت الخالدية الرمز البريدي 72451

موارد المياه في شبه جزيرة سيناء

دكتور/ السيد السيد الحسيني

بسم الله الرحمن الرحيم

موارد المياه في شبه جزيرة سيناء

د. السيد السيد الحسيني
قسم الجغرافيا ـ كلية الاداب
جامعة الكويت

مقدمــة:

إن مصر التي مارست الري من آلاف السنين لم تلق بالا للصحارى التي تشغل نحو ٩٦٪ من مساحة أراضيها، فقد كفاها النيل ـ على مر العصور ـ عناء البحث عن موارد أخرى للمياه. ولكن مع زيادة عدد السكان وضغطهم المتزايد على الموارد في الوادي والدلتا أصبح الخروج إلى الصحاري ضرورة لا مناص منها. وتأتي شبه جزيرة سيناء من الأقاليم الواعدة في هذا المضمار. وتشغل سيناء مساحة قدرها نحو ٦١,٥٠٠ كم٢ وتمتد على شكل مثلث كبير يقع رأسه عند رأس محمد على البحر الأحمر في الجنوب وقاعدته على ساحل البحر المتوسط بين رفح وبورفؤاد (بورسعيد) في الشمال، ويمثل ضلعاه خليج العقبة والحدود المصرية من ناحية الشرق وخليج السويس وقناتها من ناحية الغرب.

وبـديهي أن أي اصلاح للصحاري يبدأ بموارد المياه باعتبارها حجر الـزاوية في أي تعمـير أو تنمية خاصـة فيما يتعلق بالـزراعـة. وقـد بذلت الحكومات المتعاقبة منذ عهد بعيد جهودا متصلة في استغلال العديد من موارد سيناء المعدنية والبترولية بينما بقيت موارد المياه والزراعة بعيدة عن دائرة الاهتمام. وفي البحث العلمي لم تنل سيناء قدرا ملائما من اهتمام الباحثين فيما عدا القليل نذكر منه حسان عوض (١٩٥١) وموسوعة سيناء (١٩٦٠). ولكن عقب تحرير

سيناء بعد حرب اكتوبر وعودتها للسيادة المصرية عام **١٩٨٢** اندفع عدد كبير من الباحثين نحو دراسة سيناء سواء كان ذلك في شكل فرق بحثية تحت إشراف مؤسسات علمية أو مراكز للبحوث أو في شكل جهود فردية. ورغم تعدد هذه الدراسات الحديثة وتنوع موضوعاتها إلا أنها تلتقي في هدف واحد هو إعطاء تصور لامكانات التنمية في هذا الاقليم لتكون أساسا لأي خطة أو تخطيط. ويأتي هذا البحث عن موارد المياه ضمن هذا الاطار.

ونواة هذا البحث كانت تقريرا أوليا ضمن دراسة شاملة للظروف الطبيعية والبشرية لشبه الجزيرة ضمن برنامج دراسات سيناء والتنمية العمرانية أشرف عليه الأستاذ الدكتور/ محمد صبحي عبدالحكيم وتم انجازه في مركز بحوث التنمية والتخطيط التكنولوجي بجامعة القاهرة في يناير **١٩٨٢**. ومع توفر المزيد من البيانات، هذا إلى جانب ما أمكن تسجيله خلال عدد من الرحلات الميدانية في سيناء، وما أمكن الاطلاع عليه من بحوث ودراسات أمكن إعداد هذا البحث للنشر بغية إلقاء الضوء على موارد المياه كأحد مقومات التنمية في هذا الاقليم الصحراوي. ويتناول البحث أربعة موضوعات هي أولا: الامطار، ثانيا: المياه السطحية، ثالثا: المياه الجوفية، رابعا: طرق الاستفادة من المياه السطحية والجوفية، ويسبق ذلك كله موجز للملامح الجيومورفولوجية العامة لشبه الجزيرة.

موجز للملامح الجيومورفولوجية العامة:

تتميز شبه جزيرة سيناء - من الناحية الجيولوجية - بالتنوع، فهي عبارة عن كتلة أركية تمثل جزءاً من الدرع العربي الافريقي يرتفع بين غوري خليج العقبة وخليج السويس، وتتألف هذه الكتلة من الصخور النارية والمتحولة التي نظهر على السطح في المثلث الجنوبي من سيناء وينحدر سطحها انحدارا عاما صوب الشمال وتختفي تحت غطاء من الطبقات الرسوبية المتعاقبة الأحدث التي تزداد سمكا وحداثة نحو البحر المتوسط، من أهمها الصخور الرملية النوبية والصخور الطباشيرية والطفل والصخور الجيرية[1]. وتنعكس هذه الظروف الجيولوجية على مظاهر السطح في سيناء حيث تظهر ثلاثة أقاليم كبرى متميزة هي إقليم الجبال في الجنوب وإقليم الهضاب في الوسط واقليم السهول في الشمال (شكل ١).

الاقليم الجبلي في الجنوب ويتكون من صخور القاعدة النارية والمتحولة التي تمثل نواة شبه الجزيرة وتتميز بالوعورة والارتفاع وهي **Besement Complex** عبارة عن كتلة أركية تظهر في مجملها على شكل ضهر **Horst** ضخم تحده الانكسارات تشرف أقدامها على خليج العقبة ولكنها تتراجع قليلا في خليج السويس ولتترك سهلا ساحليا ضيقا هو سهل القاع. ويمتد هذا التباين تحت مياه الخليج فبينما لا يتجاوز عمق خليج السويس في أعمق أجزائه المائة متر يهوى قاع خليج العقبة إلى عمق يصل الألف متر (شكل ٢) ويصل منسوب الجزء الأوسط من هذا الاقليم الجبلي نحو ألفي متر فوق مستوى سطح البحر في المتوسط ويتجاوز هذا المنسوب عدد من القمم الجبلية الشاهقة الارتفاع

(١) راجع: Said, R. (1962) The Geology of Egypt, Elsevier, Amesterdam.

أعلاها جبل سانت كاترين (٢٦٤٠ متر)[١]. وتتركز معظم القمم الجبلية في هذه المنطقة في مساحة محدودة مما يجعلها أشد جهات سيناء تضرساً وأكثرها ارتفاعا. ومن هذا الاقليم تنصرف مجموعتان من الأودية الأولى تنحدر شرقا صوب خليج العقبة والثانية تنحدر غربا صوب خليج السويس.

وفي إقليم الهضاب في وسط سيناء يتراوح المنسوب بين ٥٠٠ و ١٠٠٠ متر ويتكون من هضبتين كبيرتين هما هضبة العجمة وهضبة التيه ويؤلفان معا اقليما متجانسا يتميز باستواء السطح لدرجة يستحق معها تسمية حسان عوض[٢] Sinai Tabulaire. ويختلف هذا الاقليم كلية عن جنوب سيناء بجباله الشامخة ذات القمم الشاهقة الارتفاع وكذلك عن شمال سيناء بسهوله المنخفضة ويتكون سطح هضبة العجمة أساساً من الصخور الطباشيرية بينما تكوّن الصخور الجيرية الايوسينية الأحدث هضبة التيه. وتميل هذه الطبقات ميلا طفيفا نحو الشمال. وتبدو جوانب الهضاب في شكل حافات شديدة الانحدار (كويستات) والأخيرة من أهم معالم هذا الاقليم، وينحدر السطح عموما نحو الشمال ويجري فوقه عدد كبير من الروافد العليا لوادي العريش (شكل ٢).

وفي الشمال اقليم السهول الشمالية ويمتد بين خط ساحل البحر المتوسط وخط كنتور ٥٠٠ متر. وينقسم هذا الاقليم بدوره إلى سهول ساحلية (دون ٢٠٠ متر) وسهول داخلية (٢٠٠-٥٠٠ متر) يفصل بينهما نطاق من القباب. وتقع السهول الساحلية إلى الشمال من الخط الواصل بين رفح والسويس وتسود به الكثبان الرملية والسبخات المالحة والمسطحات الطينية، يليه

---

(١) جبل سانت كاترين هو اعلى القمم الجبلية في مصر. يليه جبل أم شومر (٢٥٨٦ متر) وجبل الثبت (٢٤٣٩ متر) وجبل موسى (٢٢٨٠ متر) وجميعها في جنوب سيناء.
راجع: لوحة جنوب سيناء (رقم ٦) مقياس ١/٥٠٠٠٠٠. مصلحة المساحة المصرية (١٩٤٣).

(٢) Awad, H., (1951) «La montagene du sinai Central: Etude Morphologique». Le Cairo.p.12.

احية الجنوب إقليم القباب وتشغله مجموعة من الكتل الجبلية القبابية والمحدبة شكل يتراوح منسوب كل منها بين ٥٠٠ و ١٠٠٠ متر فوق مستوى سطح البحر. ويمتد في موجات متتالية تتخذ اتجاها عاما من الشمال الشرقي إلى الجنوب الغربي وأهمها الموجة الرئيسية الوسطى التي تضم جبال الحلال ويلق والجدي. أما اقليم السهول الداخلية فيتميز بخلوه من الكثبان الرملية ويخترقه عدد كبير من الأدوية التي ترفد وادي العريش، كما يقطعه العديد من الانكسارات الطولية التي توازي محاور الالتواءات في نطاق القباب، ويرصعه عدد قليل من الجبال المتواضعة المنسوب[١].

---

(١) لمزيد من التفاصيل راجع:

حسان عوض (١٩٦٠) جغرافية شبه جزيرة سيناء. موسوعة شبه جزيرة سيناء المجلس الأعلى للعلوم. رئاسة الجمهورية. القاهرة.

محمد صفي الدين (١٩٧٧) مورفولوجية الأراضي المصرية ـ دار النهضة العربية. الطبعة الثانية. القاهرة ص ٤٩٨ـ٥٣٠.

جمال حمدان (١٩٨٠) شخصية مصرية. الجزء الأول. عالم الكتب. القاهرة ص ٥٣٩ـ٦١٢.

أولا: الأمطـــار

كانت الأمطار ولا تزال مصدرا رئيسيا لمختلف الموارد المائية في شبه جزيرة سيناء على الرغم من قلته لدرجة تجعل سيناء طبقا للعديد من التصنيفات المناخية ضمن الاقليم الصحراوي الجاف فيما عدا الركن الشمالي الشرقي (منطقة رفح) التي تتمتع بمناخ شبه جاف. وجدول (١) يضم بيانات عن المطر والتبخر في عشرين محطة، ثلاثة عشر منها تقع داخل شبه الجزيرة والباقي على الأطراف المتاخمة لها غير بعيد عن حدودها. ورغم أن معظم هذه المحطات تزيد أعمارها على العشرين عاما[1] إلا أن فترة الرصد بها قد تعرضت للتقطع الشديد نتيجة للحروب المتتالية التي كانت سيناء ميدانا لها. ويمكن القول عموما بأن البيانات المتاحة[2] يمكن أن تعطي تصورا عاما لخصائص المطر في سيناء.

تتفاوت كمية المطر السنوي في شبه الجزيرة من أقل من **٢٥** ملليمتر في اقليم خليج السويس إلى ما يزيد على **٣٠٠** ملليمتر في رفح على ساحل البحر المتوسط (شكل ٣) ويعتبر السهل الساحلي الشمالي أوفر أقاليم سيناء مطرا. وتزداد كمية المطر في هذا الاقليم صوب الشرق من ٧٣ مم في بور سعيد إلى

---

(١) بدأ الرصد في العريش ونخل سنة ١٩٠٧ وفي الطور سنة ١٩١٩ وفي الثمد سنة ١٩٢١ وفي الحسنة سنة ١٩٣٧، وفي القصيمة سنة ١٩٣٨ وفي أبو عجيلة سنة ١٩٤٠، وفي رأس النقب (طابا) سنة ١٩٤١. أما المحطات القصيرة العمر فهي أبو رديس (٧ سنوات) ورفح (٣ سنوات) والمغارة وشرم الشيخ (سنة واحدة) وسانت كاترين (٣ سنوات من ٣٤-١٩٣٧).

(٢) راجع:
هيئة الأرصاد الجوية. بيانات غير منشورة. القاهرة وكذلك

The Metorological Authority (1979) Climatological normals for the A.R.E. up to 1975, Cairo.

نحو **١٠٥** مم في العريش إلى **٣٠٤** مم في رفح. وتستمر هذه الزيادة شرقا حتى تصل **٣٤٨** مم في غزة خارج سيناء. وإذا تركنا السهل الساحلي المتوسطي فسوف تتضح ندرة المطر في بقية سيناء، إذ تبلغ كمية المطر التي تسقط في المغارة في المتوسط نحو**٤٤**مم وفي الحسنة **٢٨**مم وفي الكنتلة **٢٧**مم وفي الثمد **٢٩**مم وفي نخل **٣٨**مم وفي السويس **٢٥**مم. ويهبط المتوسط السنوي للمطر في خليج السويس وخليج العقبة دون **٢٥** ملليمتر. ففي أبو رديس **٢١,٥**مم وفي الطور نحو **١٠**مم وفي شرم الشيخ **٢٤**مم (جدول **١**) أما في الاقليم الجبلي المتضرس فيزيد المطر إلى **٦٢** ملليمتر في سانت كاترين.

وقد ساعد ارتفاع سطح الأرض في جنوب سيناء على تلقي كمية أكبر من المطر عما حولها كما تتعرض القمم الجبلية المرتفعة في هذا الاقليم لسقوط الثلوج التي تغطي سطح الأرض في الليالي الباردة في فصل الشتاء أو فصل الربيع ولكنها لا تلبث أن تذوب بعد طلوع الشمس وارتفاع درجة الحرارة أثناء النهار[١].

تسقط الأمطار في سيناء خلال الفترة من اكتوبر حتى مايو وينعدم سقوطها تماما بقية العام. ويستحوذ فصل الشتاء وحده على نحو ٦٠٪ من مجموع المطر السنوي والباقي يسقط خلال الاعتدالين، هذا في الشمال. أما في وسط وجنوب سيناء فيسقط نحو ٨٠٪ من مجموع المطر السنوي خلال الاعتدالين ويتضاءل نصيب فصل الشتاء إلى حوالي ٢٠٪ فقط.

والمطر في شبه الجزيرة نوعان: الأول أقرب إلى الانتظام وفيه يسقط المطر خلال ساعات وذات تركز منخفض أو متوسط وينشأ أساسا عن المنخفضات الجوية

(١) في رحلة علمية بمنطقة سانت كاترين، وخلال صعود الجبال المحيطة بالدير في فجر **١٩٨٣/٣/١٥** وكانت درجة الحرارة قد انخفضت دون التجمد وتساقطت الثلوج التي غطت سطح الأرض ببضعة سنتمترات. وبعد ساعات قليلة من شروق الشمس ذابت الثلوج إلا في الشقوق والوهاد ولكن قبل أن تبلغ الشمس منتصف السماء كان كل أثر للثلج قد اختفى تماما.

جـــدول (١)

المطر والتبخر في محطات سيناء والمناطق المتاخمة لها[١]

المحطة	معدل كمية المطر السنوي بالمليمتر	أكبر كمية مطر سقطت في يوم واحد (مم)	نسبة أكبر كمية سقطت يوم واحد إلى مجموع المطر السنوي	معدل التبخر اليومي بالمليمتر (بيشي)
بورسعيد	٧٣	٥٨	٠,٧٩	٥,٣
الاسماعيلية	٣٧,٧	٥٠,٨	١,٣٥	٧,٦
فايـد	٢٥,٥	٣٢,٤	١,٢٧	-
السـويس	٢٤,٧	٣١	١,٢٥	٩,٢
أبو رديس	٢١,٥	٣٢,٩	١,٥٣	١٠
الطـور	١٠,٤	٣٧,٤	٣,٦٠	٩,٥
شرم الشيخ	٢٣,٨	٢٠,٤	٠,٨٦	-
العريش	١٠٤,٧	٥٩	٠,٥٦	٤,٥
رفـح	٣٠٤,١	٣٧	٠,١٢	-
أبو عجيلة	٥٧,٨	٤٩	٠,٨٥	-
القصيمة	٩٧,١	٢٤,٢	٠,٢٥	٩
المغارة	٤٣,٧	٩	٠,٢٠	١١,٧
الحسنة	٢٧,٩	٣٢	١,١٥	-
الكنتلة	٢٧	٣٢	١,١٨	-
الثمـد	٢٩	١٤٢	٤,٩٠	-
نخـل	٣٨,٢	٢٢,٧	٠,٥٩	١١,٤
طابا (رأس النقب)	٢٧,٧	١٥	٠,٥٤	-
سانت كاترين	٦٢	٧٦,٢	١,٢٣	-
بير سبع	١٩٥	٦٤	٠,٣٣	-
غـزة	٤٣٨	٨٤,٢	٠,٢٤	٤,٩

(١) المصدر: هيئة الأرصاد الجوية، مرجع سبق ذكره.

The Meteorological Authority (1979), op.cit.

(الأعاصير) التي تعبر الاقليم خاصة خلال فصل الشتاء وتتوقف كمية المطر وموعد سقوطه تبعا لاختلاف المسارات التي تسلكها الأعاصير في طريقها صوب الشرق وهي عادة تكون موازية لساحل البحر المتوسط ويندر توغلها نحو الجنوب ويمثل هذا النوع رفح والعريش وبورسعيد. أما النوع الثاني من المطر ويسقط على جانب كبير من سيناء فينتج عن خلايا تصاعدية عميقة Convective Celss صغيرة المساحة تحدث عادة في فصل الربيع ولا تتجاوز أقطار هذه الخلايا بضعة كيلومترات ويغلب عليها عامل الصدفة فهي لا تحدث في تاريخ معين كما لا ترتبط بمكان ثابت وتتميز بعدم الانتظام وتكون أمطارها عادة ذات تركز شديد كأفواه القرب ولكنها لا تدوم سوى فترة زمنية وجيزة.

وتتفاوت كمية المطر السنوي من عام لآخر تفاوتا كبيرا، ويمكن حساب ما يسمى بمعامل الاختلاف[1] coefficient of variation الذي يعبر احصائيا عن مدى التغير في كمية المطر السنوي Rainfall variability ومعامل الاختلاف في العريش (كمية المطر السنوي بها ١٠٤,٧مم) نحو ٣٨٪ وفي القصيمة (٩٧,١مم) نحو ٤٦٪ وفي نخل (٣٨,٢مم) نحو ٧٤٪ وفي الطور (١٠,٤مم) نحو ١٠٦٪ وفي الثمد (٢٩مم) نحو ١٣٧٪، وهي أرقام قياسية تناسب هذا الاقليم الجاف. ويلاحظ عموما أن مدى التغير في كمية المطر السنوي من عام لآخر يزداد مع الانخفاض في كمية المطر السنوي. وهذه خاصية من خصائص المطر في هذا الاقليم.

وأعظم الشهور مطرا ليس واحدا في معظم محطات سيناء بل يختلف من إقليم لآخر، ومن محطة لأخرى. فقد تبين من فحص المتوسطات الشهرية للمطر ونسبة المطر الشهري إلى مجموع المطر السنوي أن شهر نوفمبر أو ديسمبر يتصدر المركز الأول كأعظم الشهور مطرا في السهل الساحلي الشمالي (بورسعيد

(١) هو ناتج قسمة الانحراف المعياري على المتوسط الحسابي للمتوسطات السنوية مضروبا في ١٠٠.

ـ العريش ـ رفح)، وفي السهل الساحلي لخليجي السويس والعقبة يأتي شهر ديسمبر في المقدمة وفي محطاته الثلاث (أبودريس، الطور ـ شرم الشيخ) أما في الداخل فلا يخضع المطر لقاعدة ثابتة إذ يأتي شهر يناير في مقدمة الشهور المطيرة في كل من أبو عجيلة والكنتلة ونخل بينما يتقدم شهر فبراير كأعظم الشهور مطرا في القصيمة وشهر مارس في الحسنة وشهر نوفمبر في سانت كاترين وشهر ديسمبر في المغارة (شكل ٣).

ورغم أن كمية المطر تحسب كمتوسطات شهرية أو سنوية إلا أن الأمطار ـ في واقع الأمر ـ تسقط خلال أيام معدودة، ذلك أن **عدد الأيام المطيرة** التي يسقط بها ملليمتر واحد فأكثر لاتزيد على **٣٥** يوما في رفح، تقل إلى **١٨** يوما في العريش و **١٥** يوما في بور سعيد وتقل في الداخل إلى **٩** أيام في نخل و **٧** أيام في القصيمة و **٥** أيام في كل من الحسنة والكنتلة. وتقل كثيرا على خليج السويس إلى ثلاثة أيام في أبو رديس ويومان فقط في كل عام في الطور. أما عدد الأيام الأكثر مطرا (١٠مم فأكثر) فهي تتراوح بين **٢**، **٥** أيام في شمال شرق سيناء وتقل دون اليومين في بقية شبه الجزيرة (شكل ٤). وطبيعي أن ترتبط الزيادة في عدد الأيام المطيرة صوب الشمال بالزيادة في متوسط المطر السنوي (جدول ٣).

من هذا العرض يتضح مدى تركز المطر في أيام معدودة وقد تكون في ساعات قلائل، لذلك ينبغي التركيز على مايسمى بتركز المطر[١] Rainfall intensity ولكن ما يؤسف له عدم توفر هذا النوع من البيانات. لذلك يمكن الاستعاضة عنه باستخدام بيانات **«أكبر كمية مطر سقطت في يوم واحد»** كمؤشر لمدى تركز المطر في هذا الاقليم.

---

(١) تركز المطر هو نصيب الساعة الممطرة من كمية المطر الساقطة ويمكن الحصول عليه بقسمة الكمية الساقطة على الوقت الفعلي الذي سقطت فيه.

خذ على سبيل المثال لا الحصر: سجلت العريش خلال يوم واحد فقط من شهر مايو (١٩٥٥) نحو ٥٩ مم وهذه الكمية تساوي المتوسط الشهري لمايو مضروبا في الرقم ١٨، وتزيد على أكثر من نصف مجموع المطر السنوي. وفي الطور سجل يوم واحد من شهر نوفمبر (١٩٢٥) نحو ٣٧,٤ مم وهو ما يقترب من أربعة أمثال المتوسط السنوي للمطر بها. وفي يوم واحد من شهر نوفمبر سجلت سانت كاترين نحو ٧٦,٢مم بينما لايتعدى المطر السنوي بها ٦٢مم. وفي وسط سيناء يبدو الوضع أكثر تطرفا ففي الثمد سجل يوم واحد من شهر نوفمبر كمية من المطر بلغت ١٤٢مم أي ما يعادل نحو خمسة أمثال المتوسط السنوي. ولعل هذا الرقم أعلا ما سجلته محطات سيناء خلال يوم واحد (جدول ١). وثمة ملاحظة وهي الارتباط بين أقصى كمية مطر سقطت في يوم واحد (كمؤشر للتركز) ومتوسط المطر السنوي في محطات سيناء فبينما تقل الأولى عن الثانية في شمال سيناء (١٢,٠ في رفح، ٥٦,٠ في العريش، ٧٩,٠ في بور سعيد) تزيد الأولى عن الثانية في معظم محطات سيناء وجنوبها (الثمد ـ الطور ـ سانت كاترين ـ أبو رديس ـ الحسنة ـ الكنتلة) هذا الاختلاف انما يرجع إلى اختلاف طبيعة المطر في شمال سيناء عن وسطها وجنوبها كما سبق أن ذكرنا.

هذا التركز الشديد للمطر خلال فترات قصيرة وبكميات كبيرة يزيد من فاعلية المطر وكفايته لتغطية الفاقد بالتبخر عما لو وزع المطر على مدى فترة زمنية أطول. هذه الكميات الساقطة في يوم واحد كميات كافية لتغطية الفاقد بالتبخر وتشرب التربة ويفيض الباقي على السطح ويجد طريقه إلى الأودية في نهاية الأمر مكونا سيولا جارفة. ويميل عدد كبير من الباحثين إلى اعتبار عشرة ملليمترات حداً أدنى لحدوث الجريان السطحي، أما ما دون ذلك فلا ينتظر منه جريان يذكر.

ثانيا: المياه السطحية

ينقسم جريان المياه فوق سطح الأرض عادة إلى نوعين الأول عبارة عن جريان المياه في شكل رقائق أو فرشات مائية sheet floods والثاني تتجمع فيه المياه في قنوات أو مجار محددة stream floods ، والأخير يعرف في الصحارى العربية باسم السيول. والسيول أحداث فجائية منفردة تحدث مرة أو بضع مرات كل عام وبعضها من حجم كبير غير عادي ويحدث مرة واحدة كل عدة سنوات وفي هذه الأحداث القليلة العدد تتحول الأودية الجافة في شبه جزيرة سيناء إلى أنهار جارية تتدفق فيها مياه السيول خلال فترة وجيزة من الزمن.

ويغطي سيناء شبكة كثيفة من خطوط الأودية التي تنتظم في خمسة أحواض رئيسية هي حوض وادي العريش وحوض أودية خليج السويس وحوض أودية خليج العقبة وحوض وادي الجرافي وأخيرا مجموعة الأودية التي تنصرف شمالا إلى منطقة بحيرة البردويل أو تلك التي تضيع مياهها في نطاق الكثبان الرملية أو تلك التي تنصرف صوب منطقة قناة السويس (شكل ٥). ويبلغ اجمالي أطوال هذه الأودية نحو ٩,٥٠٠ كيلو متر، وتشغل مساحة تقدر بحوالي ٤١,٥٠٠ كيلو متر مربع أي نحو ثلثي مساحة سيناء (جدول ٢). وعلى طول هذه الأودية تتوفر موارد للمياه سواء كانت مياها سطحية جارية من حين لآخر، أو مياه مختزنة في الرواسب التي تملأ بطون هذه الأودية.

أحواض التصريف النهري:

١- حوض وادي العريش:

وهو أعظم أودية سيناء وتبلغ مساحة حوضه نحو ١٩,٥٠٠ كم٢

أي ما يعـادل ٣/١ مساحة سيناء وتقدر كمية المياه الساقطة على هذا الحوض نحو ١١٠١ مليون متر مكعب سنويا.

٢ـ **أحواض أودية خليج السويس:**

ومن أهم الأودية وادي الطور، وادي فيران، وادي سدري، وادي بعبع، وادي طيبة، وادي غرندل، وادي وردان، وادي سدر، وادي لهيطة، وادي الراحة، وتقدر مساحة هذه الأحواض مجتمعة حوالي **٩,٣١٩** كم٢، وتسقط عليها كمية من الأمطار تقدر بنحو **٢٨٥** مليون متر مكعب من المياه سنويا.

٣ـ **أحواض أودية خليج العقبة:**

ومن أهم أودية خليج العقبـة وادي واسط (وتـير)، وادي دهب (نصب)، وادي كيد، وادي أم عدوي وتبلغ مساحة هذه الأحواض حوالي **٦,٩١٣** كم، ويسقط عليها كمية من الأمطار تقدر بنحو **٢٧٣** مليون متر مكعب سنويا.

٤ـ **اقليم الساحل الشمالي الغربي:**

وتشمـل أحـواض الأودية التي تتجه نحو الغرب إلى منطقة قناة السويس والبحيرات المرة أو تضيع في الكثبان الرملية في. شمال غرب شبه الجزيرة أو تتجه نحو بحيرة البردويل ومن أهم هذه الأودية وادي الحاج ـ وادي الجدي ـ وادي أم خشيب ـ وادي الحجايب ـ وادي الحسنة. وتقدر مساحة هذه الأحواض مجتمعة بحوالي **٣٤٤٩**كم وتسقط عليها حوالي **١١٨** مليون متر مكعب من المياه سنويا.

٥ـ **حوض وادي الجرافي:**

ويجمع مياه منطقة واسعة من شرق سيناء تقدر بنحو **٢,٣٥٠** كم٢ ويجري نحو الشمال الشرقي ليصب في البحر الميت ويسقط عليه نحو **٥٩** مليون متر مكعب من المياه سنويا.

جـــدول (٢)

خصائص أحواض التصريف النهري في شبه جزيرة سيناء(١)

الاقليم	الحوض	مساحة الحوض كم٢ المطر مليون	اجمالي أطوال الأودية كم	كثافة التصريف	رتبة المجرى كم/كم٢	عدد الأودية في الرئيسي	نسبة الحوض	معدل المطر السنوي التفرغ	حجم المياه الساقطة من بالملليمتر مليون متر مكعب
العريس	العريش	١٩,٥٠٠	٣٥٢٦	٠,١٨١	٦	٤٤٤	٢,٩٣٨	٥٦,٤٦	١١٠١
الجرافي	الجرافي	٢٣٥٠	٥٢٦	٠,٢٢٤	٤	٨٢	٤,٢٤١	٢٥,٠٠	٥٩
خليج العقبة	وتير (واسط)	٣٥١٣	١١٤٩	٠,٣٢٧	٥	٢٦١	٢,٥٦٥	٣٩,٦٣	١٣٩
	نصب (دهب)	٢٠٢٥	٦٧٢	٠,٣٣٢	٥	١٥٥	٣,٠٦٢	٤٥,٦٦	٩٢
	كيـد	١٠٢٥	٣٢٤	٠,٣١٦	٤	٧١	٣,٩١٣	٣٢,٠١	٣٣
	أم عدوي	٣٥٠	١٢٧	٠,٣٦٣	٤	٣٢	٣,٥٨٥	٢٥,٠٠	٨,٨
خليج	الطور	١٤٦٣	٣٦٤	٠,٢٤٩	٤	٦٣	٣,٣٩٨	٣٢,٥١	٤٨
السـويس	فيران	١٠٧٥	٥١٢	٠,٣٠٧	٤	١٠٩	٤,١٥٧	٤٠,٨٥	٦٨
	سدري	١٠٢٥	٣٧٣	٠,٣٦٤	٤	٩٤	٤,٠٥٠	٣٥,٣٢	٣٦
	بعبع	٧١٢	٢٠٥	٠,٢٨٨	٤	٤١	٣,٠١٧	٢٩,٠٠	٢١
	طيبة	٤٢٥	١٥٨	٠,٣٧٣	٤	٤١	٣,١٦٢	٢٦,٠٠	١١
	غرندل	٨٠٠	١٩٥	٠,٢٤٤	٣	٣٣	٥,٧٧٦	٢٥,٠٠	٢٠
	وردان	١٢٨٨	٣٢٨	٠,٢٥٥	٤	٥٨	٣,٣٥٥	٢٥,٠٠	٣٧
	سـدر	٦٢٥	١٦٧	٠,٢٦٧	٤	٣١	٢,٦١٥	٢٥,٠٠	١٦
	لهيطة	٥٥٠	٨٩	٠,١٦٢	٣	١٠	٣,٥١١	٢٥,٠٠	١٥
	الراحة	٧٢٥	١٢٩	٠ ١٧٨	٣	١٦	٣,٦٨٧	٢٥,٠٠	١٨
الساحل	الحاج	٥١٢	٩٤	٠,١٨٤	٣	١٢	٢,٧٨٦	٢٥,٠٠	١,٣
الشمالي	الجدي	٣٢٥	٤٨	٠,١٤٩	٢	٥	٣,٩٨١	٢٥,٠٠	٨,٢
	أم خشيب	٣٥٠	٩٣	٠,٢٦٥	٣	١٧	٣,٧٨٧	٣٠,٠٠	١٠,٥
	الحجايب	٩١٢	١٦١	٠,١٧٧	٣	٢٠٠	٣,٧٨٧	٣٠,٠٠	٢٧
	الحسنة	١٣٥٠	٢٤٥	٠,١٨٢	٣	٣١	٥,٠٥٠	٣٣,٣٥	٥٩

(١) أعدت بيانات هذا الجدول على أساس خرائط مقياس ١/٥٠٠,٠٠٠ راجع:

-Saad K.F. etal. (1980) Quantitive analysis of the geomorphology and hydrology of Sinai Peninsula. Ann Geol. Survey. Egypt. vol: 10 pp 819 - 36.

ومن هذا الجدول يمكن الخروج ببعض النقاط وهي:

١- تتفاوت مساحات أحواض التصريف في شبه الجزيرة من أقل من ١٠٠كم٢ حتى أكثر من ١٩,٥٠٠كم٢ (في وادي العريش). ويمكن تقسيم الأحواض على هذا الأساس إلى فئات ثلاث وهي:

أ- أحواض عظيمة المساحة وهي وادي العريش الذي يشغل وحده ما يقرب من ثلث مساحة الجزيرة. وسوف نتحدث عنه تفصيلا فيما بعد.

ب- أحواض متوسطة المساحة وتتراوح مساحاتها بين ١٠٠٠ كم٢ و ٤٠٠٠كم٢ وهي تسعة أحواض. وادي وتير - وادي الجرافي - وادي نصب - وادي الطور - وادي الحسنة - وادي وردان - وادي فيران - وادي سدري - وادي كيد - وتشغل مجتمعة مساحة حوالي ١٥,٠٠٠ كيلو متر مربع.

جـ- أحواض صغيرة المساحة وتقل مساحات أحواض كل منها عن ١٠٠٠ كم٢ وهي بقية الأودية ومنها وادي بعبع، وادي غرندل، وادي سدر، وادي الجدي وغيرها، وتشغل مجتمعة حوالي ٧,٠٠٠ كم٢.

٢- يتفاوت إجمالي أطوال الأودية من أقل ١٠٠ كيلو متر إلى أكثر من ٣٥٠٠ كم ويقل طول أودية سيناء جميعا عن ٤٠٠ كم باستثناء وادي العريش (بالطبع) ووادي وتير (١١٤٩ كم) ووادي نصب (٦٧٢ كم) ووادي الجرافي (٥٢٦ كم) ووادي فيران (٥١٢ كم).

٣- تتراوح كثافة التصريف بين ٠,١٥ كم لكل كيلو متر مربع و ٠,٣٧ كم/كم٢ ويمكن تصنيفها في ثلاث فئات هي [1]:

أ- أحواض تزيد كثافة التصريف بها على ٠,٣ كم/كم٢ وتشمل جميع

---

(١) كثافة التصريف النهري = اجمالي اطوال الأودية في الحوض / مساحة الحوض

أودية خليج العقبة (وتير ـ نصب ـ كيد ـ أم عدوي) وأودية فيران وسدرى وطيبة.

ب ـ أحواض ذات كثافة تتراوح بين ٠,٢ كم و ٠,٣ كم لكل كيلومتر مربع وتشمل وادي الجرافي ومعظم أودية خليج السويس (الطور ـ بعبع ـ غرندل ـ وردان ـ سدر) ووادي أم خشب.

جـ ـ أحواض تقل الكثافة بها عن ٠,٢ كم/كم٢ وتشمل وادي العريش وجميع أودية الساحل الشمالي (الراحة ـ الحاج ـ الجدي ـ الحسنة) ما عدا وادي أم خشيب.

السـيول

تتوقف السيول حجما وترددا على عدد كبير من العوامل يأتي في مقدمتها المطر: نوعيته، كميته، دوامه، تركزه، موسم سقوطه وقد تم التعرض لهذه النقاط فيما مضى من صفحات. ثم يأتي التبخر وهو أيضا عنصر هام لضخامة كمية الاشعاع الشمسي وارتفاع درجة الحرارة وانتظام هبوب الرياح التجارية الجافة الداعية إلى التبخر evaporating winds. ولكن ما يقلل من فعالية التبخر أن المطر يتركز في هذا الاقليم في فترات وجيزة لاتتعدى بضع ساعات وربما دقائق ونادرا ما يستمر أياما. ومياه المطر إما أن تتسرب سريعا في مسام التربة وهذه لاتتعرض طويلا للتبخر أو قد تنساب على السطح كفرشات مائية تتعرض للتبخر الشديد في فترة بقائها مكشوفة له، أو لاتلبث أن تتجمع في مجاري الأودية في سيول جارية تقل فيها المساحة المكشوفة للتبخر فيقل الفاقد. لذا ينبغي التمييز هنا بين الكمية الفعلية الفاقدة بالتبخر وبين مايسمى بطاقة التبخر potential evaporation أما النتح فهو قليل بسبب فقر الغلاف النباتي وانعدامه تماما في كثير من الأحوال في هذه البيئة الصحراوية القاحلة.

وتقوم التربة بدور حاسم إذ لا تجري المياه فوقها إلا بعد أن تصل درجة التشبع وتتفاوت كمية المياه اللازمة لتشرب التربة تبعا لاختلاف خصائصها من حيث السمك والقوام texture والتركيب structure والمسامية porosity والنفاذية permeability وما تحتويه التربة من رطوبة سالفة وما يوجد في بطنها من كائنات حية تعمل على تفكك التربة وزيادة مساميتها ومن ثم رفع معدلات تشربها. أضف إلى ذلك درجة انحدار السطح (١). والمعروف أن التربة تحتاج كمية

(1) Ward, R. (1967) Principles of hydrology, MC-Graw Hill. London, PP. 79-95.

كبيرة من المياه عند بداية سقوط المطر ولكن لاتلبث أن تتناقص هذه الكمية سريعا حتى تصل التربة إلى درجة التشبع الكامل بالمياه في مدة أقصاها ثلاث ساعات، وبعدها يعتبر الفائض زائدا يجري على السطح. أما ما يتسرب بين مسام التربة من مياه فقد يصل إلى طبقة سفلية غير منفذة للمياه (صلصالية أو صخرية) فتتجمع المياه فوقها وتنساب جانبيا دون السطح نحو المجاري المائية القريبة Interflow وفي النهاية تجري المياه في بطون الأودية في شكل مياه جوفية تتحرك دون السطح نحو المصب. وقد تواصل المياه المتسربة رحلتها نحو باطن الأرض في مسام الصخر وفواصله وشقوقه لتصل في النهاية إلى خزان الماء الجوفي على أعماق كبيرة تصل إلى مئات الأمتار.

كذلك يؤثر الصخر والركام الصخري الناتج عنه في تحديد حجم الجريان السطحي ففي المنطقة بين نويبع وإيلات على ساحل خليج العقبة تم قياس الجريان السطحي فوق الركام الصخري (التيلاس Talus) في عدد من المناطق المختلفة الصخور تتراوح مساحات كل منها بين ٧٠ و ١٤٠كم٢ وتراوحت كمية المطر الساقطة خلال فترة القياس بين ٤و١٢ مم. وبلغت درجة تركز المطر بين ٢,٠مم/دقيقة و ١٢مم/دقيقة إتضح أن معدل الجريان السطحي يتراوح بين ٧٪ فوق منحدرات الركام الصخري للحجر الرملي الخشن إلى ٢٠٪ فوق منحدرات ركام الجرانيت والشست وصخور القواطع الرأسية. وتوصلت هذه الدراسة إلى أن اختلاف معامل الجريان السطحي يرجع جزئيا إلى نوع الصخر ولكن بدرجة أقل عن الاختلاف في حجم حبيبات الركام ذاته، فكلما زاد حجم الركام الصخري في الطبقة السطحية زاد حجم الجريان السطحي، هذا مع ثبات بقية العوامل المؤثرة الأخرى[1].

ومن العوامل التي تؤثر في حجم الجريان السطحي أيضا ما يتصل

(1) Yair, A., and Lavee, H. (1976) Run off generative process and runoff yield from Arid talus mantled slopes, «Earth Surface processes» vol, 2, pp. 235-247.

بخصائص أحواض التصريف النهري Drainage Basins من حيث أبعادها ومساحاتها ونوع التربة والنبات، ومنها ما يتصل بالخصائص المورفومترية لشبكة التصريف Drainage network من حيث رتب الروافد وأعدادها وأطوالها ومعدلات تفرعها وكثافة التصريف وانحدار المجاري وأنماط التصريف وأنماط المجاري وغيرها[1].

هذه العوامل المتعددة والمتشابكة تتضافر مجتمعة لتحديد حجم ما يضيع من مياه وما يتسرب نحو الباطن أو ينساب في التربة دون السطح أو ما يجري فوق السطح في شكل سيول. والسيول - لو سُجلت - تمثل في الواقع المحصلة النهائية بين مايسقط من أمطار وما يضيع من مياه. ومما يؤسف له عدم توفر البيانات الكافية عن صحارينا العربية على اتساعها سواء عن العناصر المناخية والأمطار بصفة خاصة أو عن المياه الجارية في الأودية على الرغم من أهمية موارد المياه في هذه البيئة الصحراوية الجافة. ويحتاج الأمر إلى إنشاء شبكة من محطات الرصد لقياس العناصر المناخية وأخرى على الأودية لقياس تصرفات السيول. ففي المناطق التي توفرت فيها هذه البيانات كالولايات المتحدة الأمريكية أمكن التنبؤ بالسيول بطرق رياضية متعددة إعتمادا على القياسات الفعلية لمختلف العناصر المؤثرة ومن ثم تحديد إمكانات الموارد المائية واتباع أنسب الطرق للافادة منهـا[2].

والعواصف الممطرة هي الحدث المناخي الهام في هذا الاقليم وبها يرتبط جريان السيول في الأودية، وتختلف أحجام السيول تبعاً لما يسقط من أمطار

---

(1) Horton, R.E. (1945) Erosional development of streams and their drainge basins: Hydro Physical approach to quantitative morphology, Geol. Soc. Amer, Bull: 56 pp. 275-370.

(٢) تعمل في الولايات المتحدة شبكة من محطات رصد تصرفات الأنهار تزيد على سبعة آلاف محطة، هذا إلى جانب توفر بيانات مماثلة لنحو ٣,٠٠٠ موقع اضافي. وتقوم بجمع هذه البيانات ونشرها المساحة الجيولوجية الأمريكية ضمن نشراتها عن موارد المياه.

U.S. Geol. Survey Water Supply Papers.

جــدول (٣)

متوسط كمية المطر السنوي والأيام المطيرة في أقاليم شبه جزيرة سيناء[١]

الاقليم (الحوض)	المساحة (كم٢)	متوسط المطر السنوي (مم)	عدد الأيام المطيرة كل عام (١٠مم فأكثر)	متوسط كمية المطرخلال كل عاصفة(+١٠مم)
وادي العريش: البروك	٣,٣٤٥	٢٧,٧	١,٠٨	١٣,٥
رواق	٦,٤٨١	٢٨	١,٠٢	١٨,٣
عقابة	٢,٨٣٩	٢٦,٤	-,٩٠	١٩,٣
قرية	٣,٦٤١	٢٨	١,٢٥	١٣,٢
المجرى الأدنى لوادي العريش: داخل سيناء	٢,٧٤٩	٦٤	٢,٤٩	١٨,٢
في فلسطين	١,٢٥٣	٦٤	٢,٣٣	١٩,٣
الساحل الشمالي الشرقي:	٩٦٣	١٥٤	٤,٦٠	٢٣
الساحل الشمالي:	٥,٤١٨	٦٣	٢,٠٥	١٨
شمال غرب سيناء: الحجايب	١,٦٨٠	٣٥,٨	١,٢٥	١٥,٥
الحسنة ـ الحمة	٣,٥٤٩	٤٥,-	١,٥٦	١٧,٩
الراحة	٨٤٧	٢٤,-	-,٤٣	٣٣,٨
الحاج	٦٢١	٢٥,٥	-,٤٦	٣٢,١
الجدي	٧٠٣	٢٧,٥	-,٥٠	٣١,٢
أم خشيب	٤,٦٤١	٤١,-	-,٩٦	٢٥,-
القاع	٣,٩٠٤	٣١,٦	١,١٤	٢٠,٢
فيران	١,٧١٧	٤٧	١,٥٩	٢٣,٤
سدري	١,١٦٣	٣٦	١,١٩	٢٣,٥
بعبع	٨٤١	٣٣,٦	١,١١	٢٣,٥
طيبة	٨٦٠	٢٦,٥	٠,٦٢	٢٩,١
غرندل	٨٢٩	٢٦,٥	٠,٦٧	٢٧,٨
وردان	١,٥٦٩	٢٤	٠,٦٠	٢٧,٨
سدر	٨٩٥	٢٢,١	٠,٤٠	٣٣,٨
لهيطة	٦٠٣	٢٢,١	٠,٤٠	٣٣,٨
واسط	٤,٢٠٤	٣٦,٥	١,٣٤	١٩,٣
دهب	٢,٦٨٤	٥٣,٥	٢,٠٤	١٧,٨
كيد	١,٣٥٥	٤٩	١,٨٧	١٧,٨
أم عدوي	٩٦٤	٣٩	١,٤٥	١٨,٥
الجرافي: الجرافي	٢,٤٤٦	٢٦,٧	١,-	١٧,٣
سيناء (داخل الحدود المصرية الدولية)	٦١,٥٠٧	٣٩,٤	١,٣٣	٢٠,١

(1) Dames & Moore (1984) Sinai development study, phase 1. final report, vol: 5 «water supplies and costs». Submitted to Ministry of Development, Egypt, Cairo. chap.2.p.54.

في هذه العواصف، كما يرتبط ترددها بعدد هذه العواصف ومواعيد حدوثها. وجدول (٣) يوضح كمية المطر السنوي وعدد الأيام المطيرة (١٠ مم فأكثر) ومتوسط كمية المطر الساقطة في كل عاصفة (١٠ مم فأكثر) في أحواض التصريف النهري لشبه الجزيرة. ومما تجدر الاشارة إليه أن التغير في كمية المطر الساقطة يؤدي إلى تغير مضاعف في الجريان السطحي (حجم السيول). فلو افترضنا مثلا أن حوضا ما من أحواض شبه الجزيرة سقط عليه ٢٠مم من المطر خلال عاصفة معينة، وكان الفاقد بالتبخر والتشرب والتسرب وغيرها نحو ١٠ ملليمتر، فسوف يتبقى ١٠ ملليمتر لتنساب في شكل جريان سطحي. ولكن لو سقطت على هذا الحوض في العام التالي مثلا ٣٠مم من المطر أي بزيادة قدرها ٥٠٪ وظل الفاقد كما كان عليه ١٠ ملليمتر وهو أمر محتمل الحدوث ذلك أن طاقة الفاقد (التبخر - النتح - تشرب التربة - نفاذية الصخر. . الخ) قد لا تختلف كثيرا. أي أن ما سوف يتبقى على السطح يصبح ٢٠ ملليمتر أي بزيادة قدرها ١٠٠٪. أما إذا قلت كمية المطر الساقطة إلى ١٥مم أي بنقص ٢٥٪ فإن ما يتبقى للجريان السطحي سيكون ٥مم فقط أي بنسبة نقص ٥٠٪. ويعني هذا أن الزيادة في كمية المطر بنسبة ٥٠٪ نتج عنها زيادة في الجريان السطحي بنسة ١٠٠٪. ومن ثم فإن نسبة التغير في كمية المطر إيجاباً أو سلباً يؤدي إلى تغير بقدر مضاعف في حجم السيول، مما يشير إلى مدى حساسية الجريان السطحي للتغيرات التي تطرأ على كمية الأمطار الساقطة خاصة عندما يكون المطر فجائيا شديد التركز[1].

ويتوقف مدى التجاوب بين مايسقط في الأحواض النهرية من أمطار وما يجري في الأودية من سيول على العوامل السابقة فالأحواض التي تزيد فيها كثافة التصريف - كما هو الحال في أودية وتير ونصب وكيد وأم عدوي وفيران

---

(1) Leopold, L.B. et. al. (1964) «Fluvial processes in geomoppology, Freeman, London, P.61.

وسدرى وطيبة ـ وتخترق صخورا غير منفذة للمياه نسبيا وتقل أو تكاد تختفي الرواسب السطحية في أحواضها - تكون نسبة الجريان السطحي إلى كمية المطر الساقطة أكبر بكثير مما يسمح بسيول كبيرة الحجم نسبيا، وإن كان ذلك على حساب ما يمكن أن يتسرب من مياه الأمطار نحو الباطن. هذه الأودية تتمتع بسيول أكبر حجما بالنسبة لمساحات أحواضها، إلا أن امكانات المياه دون السطحية في بطون الأودية تكاد تكون محدودة.

أما الأودية التي تقل فيها كثافة التصريف كما في وادي العريش وأودية الراحة والحاج والجدي والحسنة وتغطى أجزاء كبيرة من أحواضها بالرواسب السطحية وتختفي الصخور غير المنفذة للمياه ومن ثم يتسرب جزء كبير من مياهها في مسام هذه الرواسب. ولعل خير الأمثلة على ذلك وادى الحسنة (كثافة ٠,١٨ كم/كم٢) الذي تضيع مياهه كلية في الرواسب السائبة إلى الغرب من وادي العريش. وكذلك الحال في وادي الراحة ووادي الحاج التي تتسرب مياههما في ارسابات الرمال إلى الشرق من قناة السويس. ومثل هذه الأودية مكنات أفضل للمياه تحت السطحية. ومما جعل وادي العريش ضمن هذه الفئة المنخفضة الكثافة أن جزءا كبيرا من حوضه وهو القسم الشمالي يشترك مع هذه الأودية في هذه الخاصية أما احباسه العليا في هضبتي العجمة والتيه فهي ذات كثافة عالية نسبيا والمطر بها ذات تركز شديد مما يسمح بجريان سيول عارمة لاتلبث أن تضيع مياهها وتتلاشى بعد دخولها المجرى الرئيسي للوادي حيث يتسع قاعه إتساعا كبيرا وتغطيه طبقة سميكة من الرواسب السائبة التي تقلل من حجم السيل شيئا فشيئا، إلا أنها تغذي الخزان الجوفي بكميات كبيرة من المياه. مما تشير إلى ضرورة الاستفادة من المياه دون السطحية به كمورد أفضل من موارد المياه في الحوض الأدنى للوادي.

ومن الدراسات التي أجريت لتقدير أحجام السيول المتوقعة في أودية سيناء تلك التي أجراها سعد والشامي وسويدان (١٩٨٠)[1] واعتمدت على ما توفر لها من بيانات «أقصى كمية مطر سقطت في يوم واحد» مع تطبيق معادلة جول بول التي استخدمها سنة ١٩٣٧ لتقدير أحجام السيول الجارية في أودية منطقة مرسي مطروح[2]. وهذه المعادلة هـي:

حجم الجريان السطحي (م^{3}) = ٧٥٠ × م (ك - ٨)

حيث م هي مساحة حوض التصريف و ك هي أكبر كمية مطر سقطت في يوم واحد، وهذه التقديرات لأكبر كمية سيول متوقعة في يوم واحد وأقل كمية سيول متوقعة في يوم واحد. وجدول (٤) يوضح هذه التقديرات.

---

(1) Saad, K.F. et.al (1980) op. cit., pp. 319-360.

(2) Ball, J. (1937) The water supply of Mersa Matruh, survey and Mines Dept. paper no: 42, Cairo.

جــدول (٤)

المتوسط الفعلي لأكبر معدل أمطار يومي وأقصى وأقل كمية سيول في أحــواض سيـناء[1]

الاقليم	الحوض	مساحة الحوض كم٢	المتوسط الفعلي لاكبر معدل أمطار سقطت في يوم واحد (ملليمتر)	أقصى كمية أمطار سقطت في يوم واحد مليون متر مكعب	أقصى كمية سيول متوقعة في يوم واحد مليون متر مكعب	أقل كمية متوقعة (إذا حدثت) مليون متر مكعب
العريش	العريش	١٩,٥٠٠	٣٧,٨٦	٧٣٨	٤٣٧	٢٩,٣
الجرافي	الجرافي	٢٣٥	٣٠,٩٠	٧٣	٤٠	٣,٥
خليج العقبة	واسط	٣٥١٣	٤٧,٤٣	١٦٧	١٠٤	٥,٣
	دهب	٢٠٢٥	٥٧,٧٦	١١٧	٧٦	٣,٠
	كيد	١٠٢٥	٥١,٧٠	٥٣	٣٤	١,٥
	أم عدوي	٣٥٠	٤٠,٠٠	١٤	٨,٤	٠,٥
خليج السويس	الطور	١٤٦٣	٥٥,١٢	٨١	٥٢	٢,٢
	فيران	١٦٧٥	٥٨,٦٠	٩٨	٦٤	٢,٥
	سدري	١٠٢٥	٥٠,٠٠	٥١	٣٢	٣,٠
	بعبع	٧١٣	٤٠,٠٠	٢٩	١٧	١,١
	طيبة	٤٢٥	٣٨,٠٠	١٦	٩,٦	٠,٦
	غرندل	٨٠٠	٣٧,٠٠	٣٠	٢٧	١,٢
	وردان	١٢٨٨	٣٩,٠٠	٥٠	٣٠	١:٩
	سدر	٦٢٥	٤٠,٠٠	٢٥	١٥	٠,٩
	هيطة	٥٨٠	٤٥,٠٠	٢٦	١٦	٠,٨
	الراحة	٧٢٥	٤٥,٠٠	٣٣	٢٠	١,٦
الساحل الشمالي	الحاج	٥١٢	٤٠,٠٠	٢١	١٢	٠,٨
	الجدي	٣٢٥	٣٧,٠٠	١٢	٧,١	٠,٥
	أم خشيب	٣٥٠	٣٣,٠	١٢	٦,٦	٠,٥
	الحجايب	٩١٢	٣٣,٠٠	٣٠	١٧	١,٤
	الحسنة	١٣٥٠	٣٢,٠٠	٤٣	٢٤	٢,٠
الجرافي	الجرافي	٢٣٥٠	٣٠,٩٠	٧٢	٤٠	٣,٥

(1) Saad, K.F. et al (1980) op. cit.p.834.

ويبدو واضحا قدْر من المبالغة في تقدير أحجام السيول المتوقعة ففي وادي العريش مثلا ـ وهو الوادي الذي يحظى بقياسات فعلية منذ سنة ١٩٤٦ ـ تضع هذه التقديرات حجم أكبر سيل متوقع في يوم واحد ٤٣٧ مليون متر مكعب وأقل سيل متوقع ٢٩,٣ مليون متر مكعب في يوم واحد. هذه الأرقام أكبر بكثير من القياسات الفعلية في هذا الوادي حيث بلغ أكبر ما سجله هذا الوادي من سيول خلال أربعة عشر عاما متصلة (من ١٩٤٦ حتى ١٩٦٠) هو سيل مارس ١٩٤٧ الذي استمر جريانه ثلاثة أيام وبلغت جملة المياه التي انصرفت فيه عند سد الروافعة نحو ٢١ مليون متر مكعب. بل إن حجم مياه السيول التي جرت خلال هذه الفترة (١٤ سنة) لم تتجاوز من واقع السجلات ٣٤ مليون متر مكعب[1]. وينسحب هذا القول على بقية الأحواض الكبيرة المساحة في شبه الجزيرة.

هذه التقديرات إستندت إلى بيانات أكبر كمية مطر سقطت في يوم واحد على أساس أن هذه الكمية تسقط في مختلف أرجاء الحوض الشاسع (١٩,٥٠٠كم) في يوم واحد. وهو أمر أبعد مايكون عن الواقع. فكما سبق أن ذكرنا تتميز الأمطار في سيناء بعدم الانتظام سواء من حيث الكمية أو مكان وموعد السقوط فقد تسقط الأمطار بغزارة في بعقة محدودة المساحة للغاية في يوم ما بينما لا تسقط قطرة واحدة من المطر خارج هذه البقعة في هذا اليوم[2]. وقد أثبتت الملاحظة والقياس في صحراء النقب المجاورة التي لا تختلف ظروفها الطبيعية عن معظم جهات سيناء أن الخلايا التصاعدية التي ينشأ عنها سقوط

(١) سوف تناقش السيول في وادي العريش بالتفصيل بعد قليل. جدول ٦.

(٢) كثيرا ما ترد الأنباء في وسائل الأعلام السعودية عن سقوط أمطار غزيرة جرت على إثرها السيول في منطقة ما، قد لا تبعد كثيرا عن موقعك الذي لم تسقط فيه قطرة واحدة من المطر خلال هذا اليوم. وهذا أمر إعتاده سكان الصحارى الجافة. وقد لاحظ الباحث في إحدى الرحلات العلمية في سنة ١٩٧٢ في وادي فاطمة بالحجاز (شمال مكة) سقوط الأمطار بغزارة كأفواه القرب في دائرة لم يتجاوز قطرها عشرة كيلو مترات بينما خلا ما حولها من المطر تماما.

المطر لايزيد قطر الواحد منها على خمسة كيلو مترات في المتوسط. ولا تشغل هذه الخلايا سوى مساحة محدودة للغاية ففي منطقة مساحتها بضعة مئات من الكيلو مترات لم تتجاوز مساحة البقعة التي تعرضت للأمطار الغزيرة ٢٠٪ من جملة مساحة هذه المنطقة(١). لذلك فإن تطبيق معادلة جون بول قد تصدق - كما استخدمها هو - في الأحواض الصغيرة المساحة في منطقة مرسي مطروح التي لا تتجاوز مساحات معظمها بضعة عشرات من الكيلو مترات المربعة، هذا إلى جانب أن المطر في مرسي مطروح أكثر وفرة وانتظاما عن سيناء ولكنها تبعد عن الواقع في حالة الأحواض الكبيرة المساحة.

والمعروف أن الجريان السطحي (السيول) لايمثل سوى كسر ضئيل من كمية المطر الساقطة ففي بعض الدراسات التي أجريت في المملكة العربية السعودية لأحواض الأودية التي تنحدر من جبال البحر الأحمر (جبال السراة) نحو البحر الأحمر في منطقة جدة - مكة - الطائف وتشمل أودية خليص وعسفان وفاطمة ونعمان وتتراوح مساحة كل منها بين ٢٠٠٠، ٥٠٠٠ كم٢، ويسقط عليها كمية من المطر تتراوح بين ٢٠٠، ٣٠٠ ملليمتر سنويا، تبين أن نسبة الانسياب السطحي إلى مجموع المطر السنوي يتراوح بين ٢٪ و ٦٪ تبعا لنوع التضاريس ودرجة تركز المطر(٢) وفي صحراء النقب أجريت دراسة لثمانية أحواض على أساس قياس الجريان السطحي خلال الفترة ١٩٦٠ حتى ١٩٦٧(٣)، وقد تراوحت مساحة سبعة أحواض منها بين هكتار وسبعة هكتارات بينما بلغت مساحة الحوض الثامن نحو ٣٤٥ هكتار. وتراوح متوسط المطر السنوي خلال هذه الفترة (٧ سنوات) بين ٢٦مم و ١٦٠مم، كما تراوح

---

(1) Saron, D. (1972) The spottiness of rainfall in a desert area. Jour. of Hydrology, vol: 17 P. 161-175.

(2) Italconsult, (1969) water supply surveys for Jeddah-Mecca-Taif. Final report. Ministry of AgricIture and water Saudi Arabia, Riyadh, p.16.

((3) Evenari, M., shanan, L.and Tadmore, N., (1971) The Negev: The challenge of a desert. Harvard univ. Press.

معامل (الجريان السطحي في هذه السنوات بين ١,٢ ٪ و ١٣٪ في الأحواض الصغيرة المساحة. وتراوح بين ٠٤,٠٪ و ٨,٦٪ في الحوض الكبير، وذلك في أقل سنوات الدراسة مطرا وأكثرها مطرها الترتيب. وقد خرجت هذه الدراسة - إستنادا إلى عدد من التجارب الحقلية - إلى نتيجة مؤداها أنه كلما اتسعت مساحة الحوض قل الجريان السطحي (بالملليمتر). كما اتضح أن الأراضي الأقل انحدارا والمغطاة بقليل من الأحجار تعطي جريانا سطحيا أكبر حجما. هذه النتائج مؤشر جيد للظروف السائدة في شبه جزيرة سيناء.

ومن الدراسات التي ظهرت مؤخرا عن سيناء عدد من التقارير بعنوان «دراسة تنمية سيناء» أعدها دامز ومور Dames & Moore بالتعاون مع برامج التنمية الصناعية (١٩٨٤)[1] واشترك في إعدادها فريق كبير من الباحثين وتوفرت لها مختلف البيانات الرسمية المنشورة وغير المنشورة. وجدول (٥)، يوضح تقديرات أحجام السيول في سيناء ومدة دوامها في درجات احتمال ٨٠٪، ١٠٪، ٢٪.

(1) Dames & Moore (1984) op. cit.

جـــدول (٥)

تقديرات لأحجام السيول في الأودية الكبرى في سيناء [١]

الحوض	المساحة	التصرف خلال قمة السيل متر مكعب/ ثانية			تقدير حجم السيل بآلاف الأمتار المكعبة			متوسط مدة السيل بالساعات		
	كم٢	احتمال ٨٠٪	احتمال ١٠٪	احتمال ٢٪	احتمال ٨٠٪	احتمال ١٠٪	احتمال ٢٪	احتمال ٨٠٪	احتمال ١٠٪	احتمال ٢٪
البروك (وادي العريش)	٣,٣٤٥	٢,٣	٣٦٠	٩٩٠	٣٩	٦,٠٩٠	١٦,٦٩٠	٢٨	٥٧	٦٥
رواق (وادي العريش)	٦,٤٨١	٣,٦	٥٧٠	١,٥٤٠	٦٠	٩,٤٩٠	٢٥,٨٠٠	٣٠	٦٠	٧٠
عقابة (وادي العريش)	٢,٨٣٩	٢,١	٣٣٠	٩٨٠	٣٥	٥,٤٦٠	١٤,٩٠٠	٢٨	٥٦	٦٤
قرية (وادي العريش)	٢,٦٤١	٢,٤	٣٨٠	١,٠٥٠	٤١	٦,٤٥٠	١٧,٦٠٠	٢٨	٥٧	٦٦
أعالي وادي العريش	١٦,٣٥١	٦,٧	١,٠٥٠	٢,٨٦٠	١١٠	١٧,٦٠٠	٤٨,٠٠٠	٣٣	٦٦	٧٦
وادي العريش الأدنى	٤,٠٠٢	٢,٦	٤١٠	١,١١٠	٤٤	٦,٨٧٠	١٧,٧٠٠	٢٨	٥٨	٦٧
اجمالي وادي العريش	٢٠,٣٥٣	٧,٧	١,٢٢٠	٣,٣١٠	١٣٠	٢٠,٠٠	٥٥,٦٠٠	٣٣	٦٧	٧٨
فيران (خليج السويس)	١,٧١٧	١,٥	٢٣٠	٦٣٠	٢٥	٣,٩٠٠	١٠,٦٠٠	٢٦	٥٣	٦١
سدري (خليج السويس)	١,١٦٣	١,١	١٨٠	٤٩٠	١٩	٣,٠٠٠	٨,٢٠٠	٢٥	٥١	٥٩
بعبع (خليج السويس)	٨٤١	-,٩	١٤٠	٣٩٠	١٥	٢,٤٠٠	٦,٦٠٠	٢٥	٥٠	٥٧
طيبة (خليج السويس)	٨٦٠	-,٩	١٥٠	٤٠٠	١٥	٢,٥٠٠	٦,٧٠٠	٢٥	٥٠	٥٨
غرندل (خليج السويس)	٨٢٩	-,٩	١٤٠	٣٩٠	١٥	٢,٤٠٠	٦,٥٠٠	٢٥	٥٠	٥٧
سدر (خليج السويس)	٨٩٥	-,٩	١٥٠	٤١٠	١٦	٢,٥٠٠	٦,٩٠٠	٢٥	٥٠	٥٨
دهب (خليج العقبة)	٢,٦٨٤	٢,-	٣١٠	٨٥٠	٣٣	٥,٢٥٠	١٤,٣٠٠	٢٧	٥٦	٦٤
الجرافي (شمال شرق سيناء)	٢,٤٤٦	١,٩	٢٩٠	٨٠٠	٣١	٤,٩٤٠	١٣,٥٠٠	٢٧	٥٥	٦٤

(1) Dames & Moore (1984) op. cit., chap.2 p.11.

ولو أخذنا بهذه التقديرات [1] سوف يتضح أن أحجام السيول على النحو التالي:

أولا - على أساس نسبة احتمال كبيرة (٨٠٪):

١- تتراوح أحجام السيول في روافد وادي العريش حوالي **٣٥,٠٠٠**م^{3} في وادي عقابة ونحو **٣٩,٠٠٠**م^{3} في وادي البروك ونحو **٤١,٠٠٠**م^{3} في وادي قرية ونحو **٦,٠٠٠**م^{3} في وادي رواق. وفي المجرى الأدنى لوادي العريش نحو **٤٤,٠٠٠**م^{3} بينما في جميع الحوض يصل إلى **١٣٠,٠٠٠**م^{3}. ويتراوح معدل التصرف خلال قمة السيل في هذه الأودية الروافد بين **٢,١**م^{3}/ ثانية و **٣,٦**م^{3}/ ثانية أما في وادي العريش الأدنى نحو **٢,٦**م^{3}/ ثانية والوادي الأعلى **٦,٧**م^{3} وفي الحوض بأكمله نحو **٧,٧**م^{3}/ ثانية.

٢- تتراوح أحجــام السيول في أودية خليج الســويس بين **١٥,٠٠٠**م^{3} و **٢٥,٠٠٠**م^{3} ، وتتراوح قمة التصرف بين **٠,٩** و **١,٥**م^{3} /ثانية

٣- في وادي دهب - خليج العقبة - يقدر حجم السيل بنحو **٣٣,٠٠٠**م^{3}، وقمة التصرف **٢**م^{3} /ثانية.

٤- في وادي الجـرافي يقدر حجم السيل بنحو **٣١,٠٠٠**م^{3} وقمة التصرف **١,٩**م^{3}/ ثانية.

٥- يتراوح طول مدة السيل عموما في جميع هذه الأودية بين **٢٥** ساعة و **٣٣** ساعة.

ثانيا: على أساس نسبة احتمال ضئيلة (١٠٪):

١- تتراوح أحجـام السيول في روافد وادي العريش حول **٥,٥** مليون متر

---

(١) تم حساب هذه النتائج على أساس معادلة فنكل للأراضي الجافة:
Finkel, H.J. (1979) Water Resources in Arid Zone settlement, A case study: Arid zone settlement, The Israeli Experience, ed. G. Golany. Pergamon Press. pp. 440-473.

مكعب في وادي عقابة و ٦م م^{3} في البروك و ٦,٥م م^{3} وفي الوادي الأعلى ١٧,٦م م^{3} وفي الحوض بأكمله ٢٠,٤م م^{3} . ويلاحظ من القياسات التي سجلت لوادي العريش عند سد الروافعة منذ عام ١٩٤٦ أن هذا الرقم الأخير (٢٠,٤م م^{3}) يقترب كثيرا من الرقم القياسي الذي سجله وادي العريش في سيل مارس ١٩٤٧ وكان ٢١م م^{3}، واستمر جريانه ثلاثة أيام متتالية ولم يتكرر حدوثه حتى الآن ويتراوح معدل التصرف خلال قمة السيل في هذه الأودية بين ٣٣٠م^{3}/ ثانية و ٥٧٠م^{3}/ ثانية في الروافد وفي وادي العريش الأدنى يبلغ ٤١٠م^{3}/ ثانية بينما في الحوض بأكمله نحو ١٢٢٠م^{3}/ ثانية.

٢ـ تتراوح أحجام السيول في أودية خليج السويس من ٢,٤ و ٣,٩ مليون مكعب ومعدل التصرف في قمة السيل بين ١٤٠ و ٢٣٠م^{3}/ ثانية.

٣ـ في وادي دهب ـ خليج العقبة ـ يقدر حجم السيل بنحو ٥,٢ مليون متر مكعب ومعدل التصرف في قمة السيل نحو ٣١٠م^{3}/ ثانية.

٤ـ في وادي الجرافي يقدر حجم السيل بنحو ٤,٥ مليون متر مكعب ومعدل التصرف خلال قمة السيل ٢٩٠م^{3}/ ثانية.

٥ـ يتراوح طول مدة السيل عموماً في هذه الأودية بين ٥٠ و ٥٨ ساعة.

ثالثا: على أساس نسبة احتمال ضئيلة جداً (٢٪):

١ـ تقدر أحجام السيول في روافد وادي العريش بنحو ١٤,٥م م^{3} في وادي عقابة و ١٦.٧م م^{3} في البروك و ١٧,٦٠ م م^{3} في قرية و ٢٥,٨م م^{3} في رواق وفي الحوض الأدنى ١٨,٧ م م^{3} وفي الحوض بأكمله نحو ٥٥,٦ م م^{3}.

ويتراوح معدل التصرف في قمة السيل بين ٨٩٠ و ١٥٤٠ م٣/ ثانية في الروافد و ٣٣١٠م٣/ ثانية في الحوض بأكمله.

٢- في أودية خليج السويس يتراوح حجم السيول بين ٦,٥ و ١٠,٦ م م٣ ويتراوح معدل التصرف في قمة السيل بين ٣٩٠ و ٦٣٠م٣/ ثانية.

٣- يقدر حجم السيل في وادي دهب- خليج العقبة- بنحو ١٤,٣م م٣. ومعدل التصرف خلال قمة السيل بنحو ٨٥٠م٣/ ثانية.

٤- في وادي الجرافي يقدر حجم السيل بنحو ١٣,٥م م٣ ومعدل التصرف خلال قمة السيل بنحو ٨٠٠م٣/ ثانية.

٥- يتراوح طول مدة السيل في هذه الأودية بين ٥٧ و ٧٨ ساعة.

هذه التقديرات ـ على أي حال ـ لا تستند إلى القياس وإنما تعتمد أساسا على الفروض والمعادلات الرياضية والمقارنة بمناطق معلومة، وفي الصفحات القليلة التالية مناقشة للسيول التي جرت بالفعل في وادي العريش الأدنى وتم قياسها عند سد الروافعة منذ عام ١٩٤٦م.

السيول في وادي العريش:

قسّم همرسلي (باشا) محافظ سيناء سابقا السيول التي جرت في وادي العريش خلال الفترة من ١٩٢٥ حتى ١٩٤٥ إلى فئات تبعا لأحجامها(١)، فقد سجل في تقريره اثنى عشر سيلا جرت في الوادي خلال هذه الفترة، ثلاثة سيول شديدة جدا حدثت في أكتوبر من عامي ١٩٢٥ و ١٩٣٧ ويناير ١٩٤٥، وخمسة سيول شديدة أربعة منها حدثت في ديسمبر في أعوام ١٩٢٨

(١) كرم جيد (١٩٦٠) مصادر المياه بشبه جزيرة سيناء. موسوعة شبه جزيرة سيناء. مرجع سبق ذكره. ص ٢١٩، وإسماعيل محمود الرملي (بدون تاريخ) تخطيط مصادر المياه بشبه جزيرة سيناء وإمكانية الاستفادة منها في المشروعات المستقبلية، قسم بحوث مصادر المياه، معهد الصحراء، وزارة الزراعة، القاهرة (تقرير غير منشور).

و ١٩٣٠ و ١٩٣٣ و ١٩٤٢ والخامس في أكتوبر ١٩٣٥، وثلاثة سيول متوسطة حدثت جميعها في أكتوبر من أعوام ١٩٣١ و ١٩٣٨ و ١٩٤٠ وسيل واحد ضعيف حدث في مارس ١٩٤٣. وهذا يعني أن تردّد السيول Frequency في هذه الفترة كان بمعدل ثلاثة سيول كل خمس سنوات.

ولكن بعد بناء سد الروافعة في وادي العريش إلى الجنوب من مدينة العريش بنحو ٥٠كم أمكن قياس كميات المياه الجارية في وادي العريش سواء كانت أقل من سعة الخزان أمام هذا السد أو أكثر منه. وجدول (٦) يوضح أحجام السيول الفعلية التي جرت في وادي العريش ووصلت سد الروافعة خلال الفترة من ١٩٤٧ حتى ١٩٦٥ وفي عامي ١٩٦٤ و ١٩٦٥.

جـــدول (٦)

أحجــام السيول التي وصلت سد الروافعة في وادي العريش (١٩٤٦-١٩٦٥)[1]

التاريخ	حجم السيول عندسد الروافعة (مليون متر مكعب)	كمية المياه التي اختزنت أمام السد (مليوم متر مكعب)	كمية المياه التي مرت فوق عتبة السد (مليون متر مكعب)
مارس ١٩٤٧	٢١,-	٣	١٨
فبراير ١٩٤٨	٢,٥٠	٢,٥	-
ديسمبر١٩٤٩	٠,٥٠	-,٥	-
مايـو ١٩٥٠	٠,٨٠	-,٨	-
مارس ١٩٥١	٤,١٠	٣,-	١,١
ديسمبر١٩٥١	٠,٤٣	٠,٤٣	-
فبرايـر ١٩٥٢	٠,٤٠	-,٤٠	-
مارس ١٩٥٣	٠,٤٠	-,٤٠	-
الفترة من ١٩٥٤ حتى ١٩٦٠ لا يتجاوز حجم السيول ٥,٠ مليون متر مكعب سنويا.			
١٧ نوفمبر ١٩٦٤	٤,٤٠	٢,-	٢,٤
١١ ديسمبر١٩٦٤	-,٢٠	,٢	-
١٤ ديسمبر١٩٦٤	٣,٤٥	٢,-	١,٤٥
١٢ يناير ١٩٦٥	-,٥٠	-,٥٠	-
٢٧ مارس ١٩٦٥	-,٣٠	-,٣٠	-

(١) اسماعيل محمود الرملي (بدون تاريخ) تخطيط مصادر المياه بشبه جزيرة سيناء. مرجع سبق ذكره. ص ٧، ٨.

ومن هذا الجدول يتضح أن سيل مارس **١٩٤٧** هو أكبر السيول التي جرت في وادي العريش وتم تسجيلها منذ عام **١٩٤٦**. في هذا السيل الذي استمر جريانه نحو ثلاثة أيام متتالية بلغ حجم التصرف نحو **٢١** مليون متر مكعب. ففي يوم واحد (١٨ مارس) إنصرف في الوادي عند سد الروافعة **١٢** مليون متر مكعب من المياه، وفي اليوم التالي (**١٩** مارس) إنصرف نحو **٦** مليون متر مكعب وفي اليوم الثالث من السيل إنصرف نحو **٣** مليون متر مكعب[١].

وتساوي كمية المياه الاجمالية التي انصرفت في هذا السيل جملة ما انصرف في الوادي خلال ستة عشر عاما (**١٩٤٧-١٩٦٠** وعامي **٦٤، ٦٥**)، ولو أخذنا ست سنوات متعاقبة (من شتاء **٤٧/٤٨** حتى شتاء **٥٢/٥٣**) نجد أن هذه الفترة شهدت سبعة سيول بلغت كمية المياه المنصرفة فيها مجتمعة نحو **٩** مليون متر مكعب. بينما بلغت المياه التي جرت في الوادي في موسم شتاء واحد (**٦٤/١٩٦٥**) في خمسة سيول نحو ٨,٨ مليون متر مكعب. ليس هذا فحسب بل أن كمية المياه التي انصرفت في الوادي على مدى ست سنوات متتالية (**٥٤-١٩٦٠**) لم يتجاوز نصف مليون متر مكعب سنويا.

ومما تجدر الاشارة إليه ارتباط حجم السيل بكمية المطر الساقطة في منبع هذا السيل فقد اتضح مثلا عدم وجود علاقة ارتباط تذكر بين كمية المطر السنوي في العريش والسيول الجارية في الوادي الرئيسي خلال الفترة من **١٩٢٥** حتى **١٩٨٠**[٢]، ذلك لأن مدينة العريش تقع على الطرف الشمالي للحوض على ساحل البحر المتوسط في موقع بعيد عن مصادر السيول التي تجري في الوادي، بينما كشفت المقارنة البسيطة بين كمية المطر في القصيمة والسيول التي

---

(١) تم استخراج هذه البيانات من منحنى التصرف (رسم رقم ٤) في كرم جيد (١٩٦٠) مرجع سبق ذكره.

(2) Dames & Moore (1984) op.cit., chap.2. P.9.

وصلت سد الروافعة في عام واحد (١٩٦٤) عن وجود علاقة ارتباط واضحة. ففي ١٧ نوفمبر من هذا العام سقط ٢٤,٢ مم من المطر في القصيمة (أقرب المحطات إلى سد الروافعة) وسجل سد الروافعة سيل حجمه ٤,٤ مليون متر مكعب. وفي ١٣ ديسمبر من نفس العام سقطت كمية من المطر قدرها ١٨ مم وفي اليوم التالي سجل سد الروفعة تصرف بلغ ٣,٥ مليون متر مكعب تقريبا. ولعل هذا يشير إلى ارتباط أحجام السيول الجارية في الوادي بما يسقط من أمطار في مناطق المنابع التي تنصرف مياهها إلى هذه النقطة.

وبديهي أن تجري السيول في أجزاء متفرقة من هذا الحوض الشاسع ولم يشملها التسجيل لتعرض مياهها للضياع نتيجة للتبخر المرتفع وتشرب التربة غير بعيد عن مصادرها الأولية. أما عن السيول التي تصل سد الروافعة فهي إما أن تكون سيولا كبيرة الحجم تزيد مياهها كثيراً عن الفاقد وما يتبقى يفيض في الوادي مواصلا رحلته صوب المصب، أو أنها تأتي من أحواض ترفد الوادي في مجراه الأدنى ومن ثم تقصر الرحلة ويقل الفاقد فتكفي المياه لجريان السيول.

وقد قيست تصرفات سيل ديسمبر ١٩٦٤ بعد عبوره سد الروافعة عند بئر أبو عجيلة وعند المقضبة وعند لحفن وعند العريش على التوالي من الجنوب إلى الشمال، ويتراوح طول المسافة بين كل نقطة والنقطة التالية لها بين ١٥ و ٢٠ كم فاتضح أن حجم التصرف عند بئر أبو عجيلة كان ١٢٠,٩٦٠م٣/ ساعة في الساعة الثالثة مساء يوم ١٤ ديسمبر وتناقصت هذه الكمية عند المقضبة في الساعة ٤,٤٥ مساء في نفس اليوم إلى ٦٤,٨٠٠م٣/ ساعة، وبلغ حجم التصرف عند منطقة لحفن في الساعة ٨,٣٠ صباح اليوم التالي ١٥ ديسمبر نحو ٤١,٥٠٠م٣/ ساعة تناقص عند العريش إلى حوالي ٢٢,٨٠٠م٣/ ساعة في الساعة العاشرة من نفس اليوم[1]. وهكذا يتضح تناقص حجم السيل مع جريانه صوب المصب. ويرجع هذا التناقص إلى عاملي التبخر والتسرب وكذلك

(١) اسماعيل محمود الرملي (بدون تاريخ) تخطيط مصادر المياه مرجع سبق ذكره. ص ٢٠.

ما يتم احتجازه من مياه أمام السدود الترابية التي يقيمها الأهالي على طول المجرى. ولكن قد يحدث العكس بمعنى أن يزيد حجم التصرف مع تقدم السيل نحو المصب نتيجة لقدوم كميات إضافية من المياه عن طريق الروافد الجانبية التي ترفد الوادي الرئيسي.

وعلى أي حال فإن وادي العريش يتحول خلال فترة السيل إلى نهر حقيقي تجري فيه المياه لكنه سرعان ما يعود إلى ما كان عليه بعد انقضاء السيل. ففي سيل مارس ١٩٤٧ بلغ متوسط التصرف خلال فترة جريان السيل نحو ٨٠م٣/ ثانية إرتفع في اليوم الأول إلى نحو ١٤٠م٣/ ثانية في المتوسط. هذه المعـدلات لو قورنت ببعض الأنهار الدائمة الجريان لاتضح أن وادي العريش بمعدلاته هذه يفوق بعض الأنهار الانجليزية مثل نهر التيمز Thames عند تدنجتون Teddington (متوسط التصرف السنوي ٧٧م٣/ ثانية) ونهر سيفرن Severn عند بودلي Bewdley (٦١,٥م٣/ ثانية) ونهر ترنت Trent عند كولويك colwick (٧٣,٨م٣/ ثانية) ومما يذكر أن متوسط أقل الشهور تصرفاً في هذه الأنهار الثلاثة هو ٢٩م٣/ ثانية و ٢٢م٣/ ثانية و ٣٨م٣/ ثانية على الترتيب[1].

من هذا العرض يتضح إلى أي مدى تتذبذب موارد المياه السطحية من عام لآخر، ففي حوض عظيم الاتساع مثل حوض وادي العريش تتداخل مجموعة كبيرة من العوامل لتحديد حجم السيل ومدة جريانه وتردده. ومن المحاولات التي تهدف إلى تقدير حجم السيول وترددها على أساس القياسات الفعلية طريقة جمبل Gumbel وفي هذه الطريقة ترتب السيول حسب حجم المياه ترتيبا تنازليا من الأكبر حتى الأصغر بحيث يعطي أكبرها الدرجة الأولى، وتتوالى الدرجات تباعاً لكل قيمة وفقا لترتيبها في العمود التنازلي، وتحسب ما يسمى لفترة العَوْد والتِّكْرار Reccurrance Interval (باستخدام معادلة جمبل Gumbel) وهي

(1) Discharge of selected rivers of the world. Published by the International Association of secientific Hydrology. vol: I UNESCO, Paris. P. 54.

الفترة الزمنية لتكرار سيل في حجم ما بالسنوات وتساوي (ن +١)÷ د حيث ن هي عدد السنوات الداخلة في العينة و د هي درجة أي ترتيب قيمة ما بين قيم السيول[١]. ولعله من المفيد أن نوضح ذلك من سجلات الفترة ١٩٤٦ حتى ١٩٦٠ وهي أطول فترة زمنية متصلة القياس للسيول في وادي العريش. نجد أن في هذه الفترة حدث سيل واحد من الدرجة الأولى في مارس ١٩٤٧ (٢١ مليون متر مكعب) أي أن هذا السيل قد يحدث مرة واحدة كل ١٥ سنة، ثم سيل مارس ١٩٥١ من الدرجة الثانية (٤,١ مليون متر مكعب) وقد يحدث مرة واحدة كل ٧,٥ سنة. ثم سيل فبراير ١٩٤٨ من الدرجة الثالثة وقد يحدث مرة واحدة كل خمس سنوات، وسيل مايو ١٩٥٠ من الدرجة الرابعة، وقد يحدث مرة كل ٣,٧٥ سنة، وهكذا. أما السيول المتواضعة (أقل من نصف مليون متر مكعب) فقد تحدث مرة واحدة كل عام، ولتوضيح ذلك نذكر أنه لـو كانت فترة العَوْد لسيل ما وليكن سيل فبراير سنة ١٩٤٨ (٢,٥ مليون متر مكعب) خمس سنوات فإن معنى هذا أن احتمال حدوثه في السنة الأولى ٢٠٪ بينما يحتمل حدوثه بنسبة ٦٠٪ بعد ثلاث سنوات، وترتفع نسبة الاحتمال حتى أصبح حدوثه أمرا تام الاحتمال ١٠٠٪ خلال خمس سنوات، ولكن هذا لايعني بالضرورة أن يحدث السيل على فترات منتظمة يفصل بين كل مرة وأخرى خمس سنوات، بل لا مانع من حدوث فيضانين من هذا الطراز في سنتين متتاليتين ومن ثم يحدث مثل هذا الفيضان مرتين كل عشر سنوات، وخمس مرات كل ربع قرن وهكذا... هذه النتائج يجب التعامل معها على أنها احتمال أكثر من كونها تنبّوء، وهنا يلزم الاشارة إلى أن استخدام هذه الطريقة يتطلب قياسات تغطى فترة زمنية لا تقل عن ٣٠ عاماً متتالية حتى تعطى نتائج يمكن الاعتماد عليها وكلما قلت الفترة الزمنية موضوع الدراسة زاد احتمال الخطأ في النتائج بنسبة أكبر.

---

(١) Ward R. (1978) Floods: a geographical perspective Macmillan. London, PP. 80-81.

ثالثاً: المياه الجوفية

يمكن التعرف على نوعين للمياه الجوفية في شبه جزيرة سيناء الأول وهو المياه الموجودة بالقرب من سطح الأرض sub surface water والتي تختزن في الرواسب الفيضية في بطون الأودية أو في الكثبان الرملية أو في الغطاء الرسوبي المفتت الناتج عن التجوية، والنوع الثاني وهو المياه الجوفية under ground water التي تختزن في الصخور الرسوبية على أعماق كبيرة من سطح الأرض. وتوجد في شبه جزيرة سيناء عدد من التكوينات الجيولوجية التي تعد خزانات طبيعية للمياه الجوفية مثل صخور الحجر الرملي النوبي والصخور الجيرية والطباشيرية التي تنتمي إلى عصور الزمنين الثاني والثالث وصخور وإرسابات الزمن الرابع (شكل ٦) وتعتبر صخور ورواسب الزمن الرابع (البلايو ستوسين والهولوسين) أهم الخزانات الجوفية في شبه الجزيرة وأعظمها على الاطلاق. ويكفي للدلالة على ذلك أن نذكر أن جملة المياه المستخرجة حاليا في سيناء والتي تقدر بنحو ٤٩,٠٠٠ متر مكعب يوميا [١]، تساهم رواسب الزمن الرابع وحدها بنحو ٤٧,٠٠٠م٣/ يوم. والباقي لا يتجاوز ٢٠٠٠م٣/ يوم ويستخرج من طبقات الميوسين والأيوسين والكريتاسي. هذا إلى جانب المياه المنبثقة من العيون سواء في منطقة القصيمة أو في عيون موسى ولا يزيد ما ينصرف منها على ٣٠٠٠م٣/ يوم.

وترجع المياه الجوفية في سيناء ـ على اختلاف أنواعها ـ إلى عدة مصادر هي :-

---

(١) Dames & Moore (1984) Op. Cit. chap. 2. p.53.

١ـ تسرب مياه الأمطار سواء في الحاضر أو في الماضي.
٢ـ تسرب مياه الجريان السطحي سواء كان في صورة فرشات مائية أو فيضانات (سيول).
٣ـ تصاعد مياه تحت الضغط من خزانات إرتوازية أو شبه إرتوازية خلال الفوالق والشقوق.
٤ـ تسرب المياه جانبيا من خزانات جوفية متاخمة.
٥ـ تداخل مياه البحر في المناطق الساحلية.

وفيما يلي عرض لأهم الطبقات الحاملة للمياه الجوفية في شبه جزيرة سيناء:ـ

١ـ صخور الحجر الرملي:

وتنتمي هذه الصخور إلى الزمن الثاني (العصر الكريتاسي) وتظهر على هيئة نطاق إلى الشمال من الصخور النارية والمتحولة التي تشكل جنوب سيناء وتختفي شمالاً أسفل الطبقات الرسوبية الأحدث وتزداد عمقا نحو الشمال ويتراوح سمكها بين ٢٠٠ و ١٠٠٠ متر وتعد هذه الصخور خزانات طبيعية نموذجية للمياه الجوفية العميقة لعظم إمكاناتها ولاحتواء مياهها على نسب قليلة من الأملاح تتراوح بين ١٥٠٠ و ٢٠٠٠ جزء في المليون ونتيجة لأعمال التنقيب عن البترول أو البحث عن المياه الجوفية أو الفحم تم حفر عدد كبير من الآبار العميقة في مختلف جهات سيناء ومنها أمكن التعرف ـ إلى حد ما ـ على الطبقات الحاملة للمياه في شبه الجزيرة[1].

في منطقة نخل وجدت طبقة حاملة للمياه على عمق يتراوح بين ٨٠٠

---

(١) معهد الصحراء (بدون تاريخ) مصادر المياه الجوفية بشبه جزيرة سيناء (تقرير غير منشور) القاهرة. ص ١٥-١٧.

و ١٤٠٠ متر من سطح الأرض وتوجد المياه تحت ضغط عال يرفعها إلى حوالي ١٨٠ متر دون سطح الأرض وهي ذات ملوحة منخفضة تتراوح بين ١٦٠٠ و ٢٠٠٠ جزء من المليون. ففي بئر نخل بلغ العمق الكلي حوالي ٨٤٠ متر وارتفعت المياه في هذا البئر نتيجة للضغط إلى عمق ١١٨ متر دون سطح الأرض وبلغت ملوحتها نحو ١٦٠٠ جزء/مليون ودرجة حرارتها ٣٤ درجة مئوية[١]. هذا البئر يخترق طبقة حاملة للمياه من الحجر الرملي النوبي على عمق يتراوح بين ٨٤٠ متر إلى ١٤٠٢ متر دون سطح الأرض. أما البئر الانتاجي درج رقم ١ ويقع على مسافة ٨ كم جنوب شرق نخل وعمقه ٨٤٤ متر ويخترق طبقة حاملة للمياه من الحجر الرملي النوبي على عمق بين ٨٠٥ و٨٤٤ متر وملوحة المياه بها نحو ١٨٦٢ جزء/ مليون وبلغ تصرف هذا البئر نحو ٦٠٠ جالون/ ساعة[٢]. وإلى الشرق من جبل يلق بحوالي ١٧ كم قامت القوات المسلحة بحفر بئر المنشرح سنة ١٩٦٢ وعندما بلغ الحفر في هذا البئر إلى عمق ٨٥٠ متر دون سطح الأرض تبين وجود طبقة رملية سمكها ٢٧ متر تعاقبت بعدها صخور الحجر الرملي النوبي حتى وصل عمق البئر نحو ١٠٥٦ متر. وتمتد الطبقة الحاملة للمياه في هذا البئر من عمق ٨٧٦ متر إلى ١٠٥٦ متر. واندفعت المياه في المواسير التي ركبت في البئر نتيجة للضغط إلى عمق ١٧٥ متر دون سطح الأرض وملوحة مياه هذا البئر ٢٨٠٠ جزء/مليون[٣].

وتعد الصخور الرملية أهم الخزانات الجوفية في شبه جزيرة سيناء، وعليها تعقد الآمال ليس في سيناء فحسب بل في مصر كلها لدرجة يقال معها أنه «إذا كانت مصر هبة النيل فإن الواحات المصرية هبة الصخور الرملية

---

(١) عبده شطا وإبراهيم حميدة (بدون تاريخ) مذكرة مبدئية لحصر مصادر المياه في سيناء معهد الصحراء وزارة الزراعة (تقرير غير منشور). القاهرة. ص ١٧.

(٢) معهد الصحراء (بدون تاريخ) مصادر المياه الجوفية بشبه جزيرة سيناء، مرجع سبق ذكره، ص ٩.

(٣) محمد أسامة ناصف (١٩٧٥) «دراسة عن آبار المياه العميقة بسيناء». ورقة قدمت إلى مؤتمر تعمير سيناء. الاتحاد الاشتراكي العربي. القاهرة (٢٤-٢٧ مايو ١٩٧٥) ص ٩.

جـــدول (٧)

تقديرات لكمية المياه المتاحة فى الخزانات الجوفية فى مناطق مختارة من سيناء [1]

الخزان الجوفي	المنطقة	كمية المياه المتاحة سنة ١٩٨٣/ م٣/ يوم	نسبة الملوحة جزء/ مليون
أواسط العصر الكريتاسي	الجانب الشرقي لجبل المغـارة	١٠,٠٠٠	٢٠٠٠_٥٠٠٠
أواسط العصر الكريتاسي	جبل الحلال	١٥,٠٠٠	١٥٠٠_٤٠٠٠
أواسط العصر الكريتاسي	جبل يلق والفليج	٢,٠٠٠	١٥٠٠_٤٠٠٠
أواسط العصر الكريتاسي	جبل بورجة وطلغة البـدن	١٢,٠٠٠	٢٠٠٠_٤٠٠٠
أواسط العصر الكريتاس	وسط سيناء	٥٥,٠٠٠	١٥٠٠_٤٠٠٠
أواسط العصر الكريتاسي	جنوب وسط سيناء	٤٣,٠٠٠	١٥٠٠_٤٠٠٠
أواسط العصر الكريتاسي	جبل سومر إلى جبل عجمـة	٣٧,٠٠٠	١٠٠٠_٣٠٠٠
أواسط العصر الكريتاسي	من الثمدالي رأس الجنينـة	٣٢,٠٠٠	٢٠٠٠_٦٠٠٠
الحجر الرملي/ أوائل العصر الكريتاسي	جبـل مغارة	٤٦,٠٠٠	١٢٠٠_٦٠٠٠
الحجر الرملي/ أوائل العصر الكريتاسي	ريسان عنيـزة	٣٠,٠٠٠	٢٠٠٠_٧٠٠٠
الحجر الرملي/ أوائل العصر الكريتاسي	وسـط سيناء	١٨٠,٠٠٠	١٥٠٠_٢٥٠٠
الحجر الرملي/ أوائل العصر الكريتاسي	جنوب وسط سيناء	٣٥,٠٠٠	١٥٠٠_٢٥٠٠
الحجر الرملي النوبي/ أوائل الكريتاسي وأقدم	جنوب سيناء	٥٧,٠٠٠	١٥٠٠_٣٠٠٠
رواسب الأودية الفيضية	وادي الجرافي	١٥,٠٠٠	١٥٠٠_٣٠٠٠
رواسب الأودية الفيضية	دلتا وادي سدر	٤,٠٠٠	٢٥٠٠_٥٠٠٠
رواسب الأودية الفيضية	دلتا وادي وردان	٦,٠٠٠	٢٠٠٠_٧٠٠٠
ارسابات فيضية/ الزمن الرابع	سهل القاع	١١٠,٠٠٠	٦٠٠_٥٠٠٠

(١) Dames & Moore (1984) op. cit., chap.2p.66.

النوبية»[1] . وجدول (٧) تقديرات أولية لكمية المياه المتاحة في الخزانات الجوفية في مناطق مختارة من شبه جزيرة سيناء.

٢- صخـور الحـجر الجيري والطباشيري

وهي صخـور تنتمي إلى عصـور الـزمنـين الثاني والثالث (من أواخر الكـريتـاسي حتى الميوسـين). وأقـدم هذه الصخور طبقات الحجر الجيري السينوماني التي تعلو الصخور الرملية النوبية مباشرة وقد قامت القوات المسلحة بحفر بئر جبل لبني سنة ١٩٦٧ وأمكن الحصول على المياه في هذه الطبقة عن عمق يتراوح بين ٢١٧ و ٣٠٠ متر دون سطح الأرض[2]. وفي منطقة الحسنة وصل البئر رقم ٣ إلى السطح العلوي لطبقة من الحجر الرملي حاملة للمياه وتتبع العصر الباليوسيني عند عمق ٦,٥ متر دون سطح الأرض وتوجد المياه بوفرة عند عمق ٨ متر في هذه المنطقة درجة ملوحتها نحو ٣٧٦٠ جزء/مليون[3].

وفي بئر حضيرة في منطقة جبل حلال (رقم ١) حيث توجد طبقات الصخور الرملية في العصر الطباشيري الأسفل ظاهره على السطح توجد المياه في هذا الخزان على عمق نحو خمسة أمتار فقط دون سطح الأرض وملوحتها ١٦٠٠ جزء/ مليون. أما في آبار حضيرة الثمانية الأخرى (رقم ٢-٩) فقد تراوحت أعماق الآبار بين ٤,٨٣ متر و ١٣,٨ متر وتراوح عمق المياه في الآبار بين ٣,٤٧ متر و ١١,٠٤ متر (بئر رقم ٢، ٦ على الترتيب)[4].

---

(١) محمد صفي الدين (١٩٧٧) مرجع سبق ذكره. ص ٣٧.
(٢) محمد أسامة ناصف (١٩٧٥) مرجع سبق ذكره. ص ١١.
(٣) عبده شطا وإبراهيم حميدة (بدون تاريخ) مرجع سبق ذكره، ص ١٠.
(٤) عبده شطا وإبراهيم حميدة (بدون تاريخ) مرجع سبق ذكره. ص ١٩.

وفي منطقة عيون موسى بخليج السويس توجد طبقة إرتوازية من صخور الكريتاسي الأسفل من نوع الحجر الرملي النوبي به مستويات من الطفل. وتقع الطبقة التي تحتوي على الخزان الارتوازي الرئيسي على عمق من ١٦٢ متر إلى ٢٥٠ متر دون سطح الأرض. وأقصى سمك لهذه الطبقة ٢٢٠ متر. وتحتوي هذه الطبقة على مياه ارتوازية تحت ضغط عال ويتراوح المستوى البيزومتري لضغط المياه في هذا الخزان بين ١٧ متر و ٣٩ متر فوق مستوى سطح البحر. ومياه هذا الخزان شديدة الملوحة (تتراوح ملوحتها بين ٥٢٠٠ و ٥٨٠٠ جزء/مليون). كما توجد طبقة ارتوازية في صخور العصر الجوراسي وتتكون من الرمال المفككة أو المتماسكة أحياناً. وعمق الطبقات الحاملة للمياه بين ٥٢٨ و ٦٥٠ متر دون سطح الأرض. والمياه هنا تحت ضغط عال يصل إلى مستوى بيزومتري حوالي ٤٠ - ٥٠ متر فوق مستوى سطح البحر. ومياه هذا الخزان ذات ملوحة ٤٢٠٠ جزء من المليون ويفصل هذا الخزان عن الخزان الكريتاسي الذي يعلوه طبقات سميكة من الطين. وفي طبقة ارتوازية تابعة لعصر الميوسين يصل سمكها نحو ٥٠ متر تتكون من رمال دقيقة تتقاطع معها مستويات من الحجر الرملي ويتراوح عمق هذه الطبقة بين ٥٠ و ١٢٠ متر والمياه تحت ضغط وأقصى تصرف (في بئر رقم ١) هو ٥٥٠م٣/ يوم. وتتراوح ملوحة هذه المياه في هذه الطبقة بين ٣١٦٠ و ٧٦٠٠ جزء من المليون(١).

أما في منطقة المسلة إلى الجنوب من عيون موسى ببضعة كيلو مترات فقد قامت شركة شل بحفر بئر وصل إلى عمق ٦٩٠ متر إخترق هذا البئر صخور الميوسين إلى عمق ٥٣٠ متر ثم صخور تابعة للعصر السينوماني من عمق ٥٣٠ متر إلى ٦٤٠ متر ثم صخور الحجر الرملي النوبي من عمق ٦٤٠ حتى ٦٩٠ متر دون سطح الأرض. وقد اكتشفت طبقات إرتوازية سميكة تابعة

---

(١) عبده شطا وإبراهيم حميدة (بدون تاريخ) مرجع سبق ذكره ص ١٩.

لعصر الميوسين تتميز مياهها بارتفاع درجة الحرارة وشدة الملوحة وكانت تستخدم في أغراض العمل بحقول البترول. أما في منطقة سدر وعسل ومطارمة فقد اخترقت الآبار طبقات حاملة للمياه تنتمي إلى الميوسين الأسفل والأوسط والأيوسين والكريتاسي، ومياه هذه الطبقات عموما شديدة الملوحة (٨١٠٠-١٢,٤٠٠ جزء/ مليون). أما في منطقة وادي سدرى فتتوفر المياه من أحد الآبار من صخور الميوسين بمعدل ٤٨٠٠م٣/ يوم [١].

٣- صخور الحجر الرملي الجيري (بلايو ستوسين):

ويتألف الخزان الجوفي البلايو ستو سيني في منطقة العريش من طبقتين هما الطبقة السفلية وهي طبقة من الحجر الرملي الجيري تنتمي إلى أوائل عصر البلايو ستوسين وتعرف بطبقة الفَجْرة **Fagra** ، كما يشار إليها أحيانا في بعض الكتابات باسم طبقة الكركار **Kurkar**. والطبقة العلوية هي رواسب الرمل والحصى والذي تنتمي إلى أواخر عصر البلايو ستوسين. أما طبقة الفجرة فترتكز فوق طبقة من الكنجلو مرات الصلب المنخفضة النفادية التي تحدد قاع الخزان الجوفي. وتمتد طبقة الفجرة جنوب الساحل في منطقة العريش على شكل نطاق أقصى عرضي له نحو عشرة كيلو مترات ويتراوح سمكها بين ٥و٤٠ متر. ويتضح من الفحص الميكروسكوبي لطبقة الفجرة[٢] أنها تتألف من حبيبات الكوارتز المستدير الشكل إلتحمت بكربونات الكالسيوم، هذا إلى جانب كميات ضئيلة للغاية من الهورنبلند والجارنت والفلسبار، وهي صخور ذات مسامية عالية وتأخذ شكلا إسفنجيا كما أنها تحتوي على نسبة عالية من الفجوات التي تصل أقطارها إلى ٠,٥-١ سنتميتر مما يجعل هذه الطبقة - من الناحية الهيدورلوجية - كواحدة من أجود الصخور حملاً للمياه. وتوجد بها المياه على

---

(١) معهد الصحراء (بدون تاريخ) مرجع سبق ذكره. ص ١٦

(٢) Hellstrom, B (1953) The ground water supply of North Eastern Sinai, Geografiska Annaler, Vol: 35, p. 72.

عمق يتراوح بين ١٠ و٥٠ متر من سطح الأرض وتتراوح نسبة الملوحة في مياهها بين ١٦٠٠ و ٥٠٠٠ جزء في المليون[1] ويعلو الفجرة طبقة الحصى والرمال التي تنتمي إلى أواخر البلايو ستوسين[2] وهي طبقة الرشح وتوجد على عمق قليل نسبيا من سطح الأرض قرب الساحل وتزداد عمقا نحو الداخل ويتراوح سمكها بين ٦ و ٣٠ متر وتشير التقارير التي تستند إلى بيانات الآبار في هذه المنطقة إلى أن هذه الطبقة تعطي كمية من المياه لا تقل وربما تزيد عما تعطيه طبقة الحجر الجيري الواقعة أسفل منها.[3].

ويتغذى الخزان الجوفي في منطقة العريش من ثلاث مصادر رئيسية أولها المياه الناتجة عن الأمطار الساقطة والتي تتسرب بين مسام التربة والرواسب السطحية وتقدر بنحو ٨,٧٠٠م٣/ يوم، وثانيهما المياه المتسربة من السيول الجارية سواء في الوادي الرئيسي أو القادمة من روافده القادمة من الشرق الأوفر مطراً مثل وادي الأزاريق وحريضين والمعذر وتقدر بنحو ٩,٨٠٠م٣/ يوم. أما المصدر الثالث فهو المياه من الطبقات الجيولوجية الأقدم التي تدنوه عن طريق عدد من الفوالق في جنوب شرق المنطقة. فمن المرجح وجود فوالق تمتد من شمال بير لحفن نحو الشمال الشرقي إلى وادي المعذر مما يجعل المياه تتجه رأسيا نتيجة للضغط على طول هذا الفوالق إلى الخزان الجوفي البلايو ستوسيني وعندئذ يتجه جانبيا نحو الشمال الغربي. وتقدر جملة المياه الواردة من هذا المصدر بنحو ٨,٥٠٠م٣/ يوم. وبذلك يكون اجمالي تغذية الخزان الجوفي نحو ٢٧,٠٠٠م٣/ يوم. من هذه الكمية يتم سحب ٢٥,٠٠٠م٣/ يومن من الآبار، يستخدم منها ١٤,٣٠٠م٣/ يوم في الزراعة والباقي ١,٧٠٠م٣/ يوم للاستخدامات العادية اليومية.

---

(1) El Shazly, E.M. et al.,. (1974) Geology of Sinai Peninsula from Erts I. satellite I mages (R.S.R.P.) Acad. Sci. Res. Tech. Cairo.P. 16.

(2) Shata, A. (1959) | Ground water and geomorphology of Northern sector of Wadi El Arish basin, Bull. Soc. Geogr. Egypt, vol: 32 pp. 247-262.

(3) Dames & Moore, (1984) op. cit. chap.p.24.

هذه التقديرات الحديثة [1] (١٩٨٤) لا تختلف كثيراً عن دراسة سابقة[2] (١٩٦٢) قدرت معدل تغذية هذا الخزان الجوفي بنحو ٣٠,٠٠٠م٣/ يوم منها ١٠,٠٠٠م٣/ يوم من الأمطار المحلية ونحو ٢٠,٠٠م٣/ يوم من التسرب إلى هذا الخزان من الطبقات الطباشيرية عن طريق فالق لحفن.

ومن الملاحظ ارتفاع نسبة الملوحة في منطقة العريش خلال العقدين الأخرين، ولا يرجع ذلك إلى السحب الجائر بقدر ما يرجع - كما يرى دامز ومور - إلى نوعية المياه القادمة من الطبقات الصخرية السفلية (خزان صخور الكريتاسي السفلى) الذي ترتفع فيه نسبة الملوحة في الوقت الحاضر إلى ١٠,٠٠٠ جزء/مليون. ولما كانت هذه المياه تزود الخزان الجوفي بما يقرب من ثلث مياهه فمن الطبيعي أن تزداد ملوحة المياه بعد خلطها بهذه المياه على الأقل في الأجزاء الشرقية من الخزان الجوفي [3].

ويميل البعض إلى تعريف طبقة الحجر الرملي الجيري بين العريش ورفح بطبقة الكُركار Kurkar وهي خليط معقد متماسك من رواسب بحرية وقارية لا تختلف كثيراً عن طبقة الفجرة في منطقة العريش. ويعتقد شطا أن طبقة الكركار هذه عبارة عن مجموعة من الحافات المدفونة أسفل سطح الأرض وتشغل نطاقاً بين رفح والعريش لا يتجاوز عرضها سبعة كيلو مترات وتواصل هذه الطبقة إمتدادا شرقاً في قطاع غزة. ويعرض شطا لأصل هذه الطبقة فيقول بأنها اشتقت أصلاً من الرواسب النيلية التي يرجع الفضل إليها في تكوين الرواسب الشاطئية على ساحل سيناء وغزة وقد تحولت هذه الكثبان القديمة دون السطح إلى نوع من الحجر الرملي الجيري الذي يمثل الآن أحد الخزانات

---

(١) Dames & Moore (1984) op. cit. chap. 2.p. 49.

(٢) كمال فريد سعد (١٩٦٢) تقرير مبدئي عن هيدرولوجية المياه الجوفية بوادي العريش وحدة البحوث والهيدرولوجية. معهد الصحراء. القاهرة.

(٣) Dames & Moore (1984) op. cit., chap.2.p. 51.

الجوفية في هذه المنطقة [1] . وتعلو طبقة الكركار فيما بين العريش ورفح طبقة الرشح المكونة من رواسب الرمل والحصى التي تتغذى على ما يسقط في هذه المنطقة من أمطار تتسرب مياهها خلال طبقة الرواسب السطحية السائبة. ومراعاة لتحقيق التوازن بين ما يسحب من هذه الخزان الجوفي من مياه وما يأتي إليه من مصادر للتغذية فقد قدرت الكمية التي يمكن سحبها من هذا الخزان دون أن يتعرض لتداخل مياه البحر ٣٠,٠٠٠م٣/ يوميا في منطقة الشيخ زويد - رفح وألا تتعدى ٢٥,٠٠٠م٣/ يوميا في منطقة العريش[2].

٤- رواســب الأوديـة:

تعتبر معظم أودية شبه جزيرة سيناء من النوع المعروف **valley in velley type** أي «وادي في وادي». أما الوادي الأوّلي **primeval** فقد تم حفره عادة في الصخرة الرسوبية أو البللورية التي تشكل معظم أرض سيناء خلال فترات مطيرة في عصور جيولوجية سابقة كالفترة المطيرة البونتيه **Pontic Pluvial** في الميوسين أو الفترات المطيرة في البلايو ستوسين أما الوادي الثانوي **secondary** فهو الوادي الحديث (الحالي) الذي حفر مؤخراً في طبقة الرواسب السائبة التي تمثل حشو الوادي **valley fill** وتتكون غالبا من الحصى والرمل والطمي. هذه الرواسب العالية المسامية ترتكز - كما ذكرنا - على صخور رسوبية أو بللورية منخفضة النفاذية تحيط بها من الجانبين مما يجعل هذه الرواسب خزانات طبيعية تتسرب إليها مياه الأمطار والسيول الجارية في الوادي والتي تمثل مورداً أساسياً من موارد المياه لهذا الخزان الجوفي يعتمد عليه عدد كبير من الآبار السطحية.

---

(١) Shata, A. (1960) The geology and Geomorphaology of El Qusaima area, Bull. Soc. Geogr. Egypt. vol: 22,p..110.

(٢) Dames & Moore (1984) op. Cit. chap.2.p.65.

(أ) وادي العريـــش ودلتـاه:

تمتد دلتا وادي العريش على هيئة مثلث يقع رأسه عند بئر لحفن وقاعدته على طول ساحل البحر المتوسط وتتكون هذه الدلتا من رواسب الحصى والرمال والطمي التي يتراوح سمكها بين ١٠ و ٣٠ متر [١] . هذه الرواب الفيضية التي تسمى أحيانا بطبقة الرشح وتعلو طبقة الفجرة ـ السابقة الذكر ـ تمثل خزانا للمياه الجوفية التي يمكن الوصول إليها على عمق قريب من سطح الأرض قرب خط الساحل تزداد عمقاً نحو الداخل وتستغل حاليا على نطاق محدود إذا قورنت بطبقة الفجرة التي تدنوها.

وتوجد المياه المختزنة في رواسب الوادي وروافده على أعماق تتراوح بين ٣ و٥ متر دون سطح الأرض ومن الملاحظ تفاوت ملوحة المياه من بئر لآخر ففي الثمد بوادي عقابة يتراوح العمق بين ٥ و٨ أمتار دون سطح الأرض. وفي آبار التمادة الأربعة بوادي البروك يتراوح العمق بين ٢,٦٥ و ٤ أمتار وقلما يزيد عن ذلك. وتتراوح ملوحة المياه في هذه الآبار بين ٣٢٠٠ و ٥٨٠٠ جزء/ مليون [٢] . وفي وادي العريش الأوسط عند نخل يتراوح عمق المياه بين ١٢,٥ و ١٤,٨ متر ودرجة الملوحة بين ١٦٠٠ و ٤٨٠٠ جزء في المليون. وفي المقضبة في المجرى الأدنى للوادي تتراوح أعماق الآبار بين ٣ و ٥ أمتار وتتراوح الملوحة بين ٣٠٠٠ و ٥٠٠٠ جزء/ مليون وفي بئر ماضي توجد المياه على عمق ٢,٣٦ متر فقط [٣] .

وتتميز مياه الآبار في الروافد الشرقية لوادي العريش بدرجة ملوحة أقل من نظائرها في الروافد القادمة إلى المجرى الرئيسي من ناحية الغرب. ويتغذى

---

(١) كمال فريد سعد (١٩٦٢) مرجع سبق ذكره، ص ٤.

(٢) راجع: عبده شطا وإبراهيم حميدة (بدون تاريخ) مرجع سبق ذكره ص ١٠.

El-Shazly, E.M.et al., (1974) p.15.

(٣) عبده شطا وإبراهيم حميدة (بدون تاريخ) مرجع سبق ذكره. ص ٩.

الخزان الجوفي من مياه الأمطار الساقطة والسيول الجارية في الأودية. ويتحدّد مقدار ما يتسرب في الرواسب الفيضية من هذه المياه تبعا لمسامية هذه الرواسب ونفاذيتها. وفي دراسة أولية قام بها معهد الصحراء عن دلتا وادي العريش واستخدمت فيها بعض المعادلات الرياضية لحساب معدل تغذية الخزان الجوفي نتيجة للأمطار توصلت إلى تقدير معدل التسرب Infiltration rate بحوالي ٧٧٪ من معدل الأمطار الفعلية وبحوالي ٤٧٪ من متوسط الأمطار السنوية[١]. هذه المعدلات تبدو كبيرة جداً إذا قورنت بما تم تسجيله في مناطق أخرى مثل أودية الحجاز التي تنحدر من جبال البحر الأحمر في منطقة جدة ـ مكة ـ الطائف (أودية فاطمة ـ خليص ـ نعمان ـ عسفان) حيث اتضح أن معدل التسرب يتراوح بين ٤٪ و ٧٪ من كمية المطر السنوي[٢] وفي وادي سانتا كلارا Santa clara بكاليفورنيا بالولايات المتحدة الأمريكية قدّرت هذه النسبة بحوالي ٥٪، ويقدّر بافلوف والعيوطي معدل التسرب في شبه جزيرة سيناء بحوالي ١٠٪ من كمية المطر السنوي[٣]. هذا التفاوت الكبير يؤكد ضرورة إجراء الدراسات التفصيلية لتقدير حجم الخزان الجوفي ومصادر تغذيته.

والسيول الجارية في بطون الأودية مصدر هام من مصادر تغذية هذا الخزان الجوفي فقد ثبت من قياسات قام بها معهد الصحراء لعدد من الآبار في وادي العريش بمنطقة المقضبة قبل مرور السيل وبعده أن منسوب الماء الجوفي في الآبار يرتفع نحو ٧٠ سم نتيجة للسيل، ولكن لا يلبث أن يستعيد الماء الجوفي مستواه الأصلي بعد إنقضاء فترة طويلة من حدوث السيل يتم خلالها سحب المياه من هذه الآبار أو تسربها دون السطح نحو المصب[٤]. ولعل هذا

---

(١)) كرم فريد سعد (١٩٦٢) مرجع سبق ذكره. ص ١٩.

(٢) Italconsult (1969) op. cit. p. 17.

(٣) Pavlov, B.M.and Ayuti. M. (1961) Ground water of the Sinai Peninsula, report to the General Director of the General Desert Development Authority, Cairo. (unpublished).

(٤) اسماعيل محمود الرملي (بدون تاريخ) تخطيط مصادر المياه بشبه جزيرة سيناء. مرجع سبق ذكره. ص ٢١.

يقف دليلاً على أهمية السيول إلى جانب المطر كمصدر للمياه تحت السطحية في بطون الأودية خاصة في المناطق المتاخمة لمجرى الوادي.

ومما تجدر الاشارة إليه أن السيول العالية التي تجلب كميات كبيرة من المياه لا تتناسب استفادة الخزان الجوفي منها مع كمية هذه المياه. ويرجع السبب في ذلك إلى أن مثل هذه السيول تؤدي إلى تشرب التربة سريعاً بالمياه ثم ينساب الجزء الأكبر من مياه السيل على السطح ليصل إلى مصبات هذه الأودية وهناك يتعرض للضياع سواء كان ينصرف إلى البحر دون فائدة أو ينتشر في سبخات مالحة. أما لو قُسّمت مياه السيل الكبير إلى عدد من السيول الصغيرة الحجم نسبيا فإن هذا يسمح بتسرب أكبر من المياه نحو الباطن. ولذلك فإن إقامة السدود على الأودية ليست وسيلة مناسبة للتخزين السطحي فحسب بل إنها طريقة مثلى لضمان استمرار تسرب المياه في التربة وتغذية الخزان الجوفي بالمياه بدلا من انصرافها إلى البحر أو السبخات.

(ب) في إقليـم خليج السـويـس:

يقصد بهذا الاقليم السهل الساحلي الممتد على هيئة نطاق متاخم للخليج بعرض يتراوح بين ٥٠ و ٦٠ كيلو متر. وتعتبر الرواسب الفيضية في الأودية ودالاتها في هذا الاقليم أهم الخزانات الطبيعية للمياه تحت السطحية. ومن أهم هذه الأودية وادي سدر ووادي فيران ووادي بعبع ووادي سدرى ووادي وروان ووادي غرندل ووادي طيبة. وتستمد الخزانات الجوفية في بطون هذه الأودية مياهها من الأمطار الساقطة أو من السيول الجارية في الأودية أو المياه التي تنساب في رواسب الأودية دون السطح نحو المصب. ولا تخضع المياه في هذه الخزانات الطبيعية لأي ضغط فهي خزانات جوفية حرة يتفق مستوى الماء فيها إلى حد كبير مع انحدارات الأودية ويمكن الوصول إليها على عمق يتراوح

بين ٣ و ٥ متر دون سطح الأرض. وتتميز المياه الجوفية في رواسب أودية خليج السويس عموماً بتواضع كميتها وانخفاض نسبة الملوحة فيها، إلا إذا امتزجت بمياه شديدة الملوحة قادمة من أعماق كبيرة يدفعها الضغط إلى أعلى على طول الفوالق والشقوق، كما هو الحال في بئر رقم ٥ بوادي سدرى حيث تسجل درجة الملوحة رقما قياسيا [١] (٣٠,٠٠٠ جزء/ مليون). وفيما يلي عرض للبيانات المتوفرة عن أهم الأودية في هذا الاقليم:

- **في وادي سدر:** تتوفر المياه العذبة أو قليلة الملوحة ففي عين سدر تتدفق المياه العذبة وتجري في الوادي لمسافة قصيرة قبل أن تضيع كلية «في الوادي وترتوي بمياهها أشجار النخيل والتين. وفي دلتا وادي سدر حيث تتوفر إمكانات لا بأس بها للتوسع الزراعي [٢] أقام معهد الصحراء مزرعة نموذجية تعتمد على ستة آبار عمق كل منها ٣٠ متر ووصل عمق المياه فيها ١٠,٥ متر دون سطح الأرض وتراوحت ملوحة المياه بين ٢٥٠٠ و ٢٨٠٠ جزء/مليون. وفي مخرج وادي أبو صوير ثم حفر بئرين بلغ عمق كل منهما ٢٨ متر وتراوح عمق المياه من ٧,٥ و ٨ أمتار، وملوحة المياه بهما حوالي ١٨٠٠ جزء/مليون [٣] وفي هذه المنطقة تتراوح ملوحة المياه بين ١٨٠٠و ٥٠٠٠ جزء/مليون، وتزداد المياه ملوحة بصفة عامة كلما اقتربنا من الخليج.

- **في وادي وردان ووادي غرندل:** تخرج المياه من بعض العيون من رواسب الأودية ملوحتها تتراوح بين ٢٠٠٠ ، ٥٣٠٠ جزء/مليون. وفي وادي طيبة تخرج

---

(١) عبده شطا وإبراهيم حميدة (بدون تاريخ) مذكرة مبدئية عن حصر مصادر المياه. القاهرة. ص ١٢، ١٣.

(٢) محمد صبحي عبدالحكيم وآخرون (١٩٧٩) الجوانب البشرية في تعمير بعض المناطق المحررة من سيناء (منطقة دلتا وادي سدر ووادي أبو صويرة) بحث غير منشور قدم إلى جهاز بحوث تنمية وتعمير سيناء. وزارة البحث العلمي. القاهرة.

(٣) عبده شطا وإبراهيم حميدة (بدون تاريخ)، مرجع سبق ذكره. ص ٨، ٩.

مجموعة من العيون المتدفقة من الحصى والرمل في هذا الوادي ومياهها مرتفعة الملوحة إذ تتراوح بين ٤٨٠٠ و ٥٨٠٠ جزء/مليون[١] .

- **في وادي سدري**: يتروح عمق المياه في رواسب الوادي بين **١٥** و **٢٥** متر دون سطح الأرض وتتفاوت نسبة الملوحة تفاوتا كبيرا من **١٠٠٠** و **٢٠٠٠** جزء/ مليون إلى **٣٠,٠٠٠** جزء/ مليون[٢] كما في بئر رقم **٥**. وكما ذكرنا يرجع ارتفاع نسبة الملوحة في البئر الأخير إلى قدوم مياه شديدة الملوحة من أعماق سحيقة عبر الفوالق والشقوق.

- **في وادي فيران**: توجد المياه في رواسب الحصى والطمي على عمق يتراوح بين **٣** و **١٥** متر دون سطح الأرض. وفي جنوب غرب واحة فيران يوجد بئر تنتج نحو ٨٦م٣/ يوم ولا تتجاوز ملوحة مياهها **٨٠٠** جزء/ مليون كما يوجد بئر آخر في وادي فيران أعلا الواحة بحوالي **١٥** كم توجد به المياه على عمق **٤** أمتار والمياه جيدة جدا. هذا إلى جانب عدد من العيون الوفيرة المياه العذبة الصالحة للشرب والزراعة وتقوم عليها زراعات ناجحة[٣] . وتقدر كمية المياه التي تسحب من الرواسب الفيضية في منطقة واحة فيران بحوالي **١,٤٠٠**م٣/ يوميا. هذا إلى جانب حوالي **١,٣٠٠**م٣/ يوم من الوادي الأدنى (منطقة تقاطع وادي فيران بطريق الطور). وتسحب من الحجر الرملي الميوسيني وتستخدم في حقول البترول[٤] .

- **سهـل القــاع**: يمتد بين أقدام الكتلة الجبلية من ناحية الشرق وخليج السويس من ناحية الغرب، ويتكون هذا السهل من رواسب الحصى والرمال والطمي التي جلبتها مجموعة كبيرة من الأودية التي تنصرف غربا نحو الخليج.

---

(١) معهد الصحراء (بدون تاريخ) مرجع سبق ذكره. ص ١٣.

(٢) عبده شطا وإبراهيم حميدة (بدون تاريخ) مرجع سبق ذكره. ص ١٣.

(٣) معهد الصحراء (بدون تاريخ) مرجع سبق ذكره. ص ١٤.

(٤) Dames & Moore (1984) op. cit. chap. 2.p.53.

وقد كونت هذه الأودية عددا من الدالات المروحية الفيضية عند مرافضها في سهل القاع. ويغذي الخزان الجوفي في هذه المنطقة عدد كبير من الأودية التي تجمع مياه مساحة واسعة من المنحدرات الغربية لسيناء وتنصرف إليه في شكل سيول جارية في بطون الأودية أو تنساب دون السطح في رواسبها(٧٣). ويمكن الوصول إلى مستوى الماء الجوفي في سهل القاع عند عمق لا يتجاوز ٢٠ متر، ويقل العمق بالاتجاه نحو مدينة الطور حيث يتراوح بين متر واحد وعشرة أمتار. أما في قرية جبيل (جنوب الطور بحوالي ٦كم) فيمكن الوصول إلى الماء الجوفي على عمق لا يتعدى المترين دون السطح، والمياه عذبة نسبيا (ملوحتها ١٣٠٠ جزء/ مليون) (١). وتعتبر منطقتا الطور وجبيل من أهم مناطق تركز الآبار في سهل القاع. وتقدر كمية المياه المجلوبة من الخزان الجوفي التابع للزمن الرابع نحو ٢,٨٠٠م٣/ يوميا. هذه الكمية ضئيلة للغاية إذا قورنت بما يمكن جلبه بواسطة الآبار من هذا الخزان الجوفي والذي يقدر بما يزيد عن ١٠٠,٠٠٠م٣/ يوم (راجع جدول رقم ٧).

(جـ) في إقليم خليج العقبة:

تمثل طبقة الرواسب الفيضية المصدر الرئيسي لمياه الآبار في هذا الاقليم وتوجد المياه في هذه الآبار على أعماق تتراوح بين ٢ و٥ متر دون سطح الأرض ويزداد العمق قليلاً في الدالات المروحية التي كونتها الأودية عند مصباتها خاصة بالقرب من دهب (وادي نصب) ونويبع (وادي وتير) والمياه عادة ما تكون عذبة في أعالي الأودية ولكنها تزداد ملوحة نحو المصب، ففي وادي وتير تزيد ملوحة

---

(١) Geofizika (1963) «South Western Sinai. Reconnaissance investigation, hydrogeology, geophysies, soil studies, final report, Cairo, P. 36.

المياه من ١٠٠٠ جزء/مليون من المنابع إلى أربعة أمثال في بئر الثورة عند المصب (٣٩٠٠ جزء/ مليون)[1] . وفي بعض الأحيان يغطى قاع الوادي في هذه المنطقة ذات الصخور النارية والمتحولة الصماء طبقة غير سميكة من الحصى والرمال الخشنة التي تنساب فيها المياه بحرية مع الانحدار العام للوادي. وكثيرا ما تظهر المياه خلال رحلتها في شكل مياه سطحية جارية في الوهاد أو عندما يتضاءل سمك طبقة الحصى والرمل في قاع الوادي ولكنها لا تلبث أن تتحول إلى مياه دون سطحية بعد أن تتسرب سريعاً في هذه الطبقة لمسافة أخرى لتظهر ثانية في قطاع آخر من الوادي يقل فيه سمك الرواسب أو تختفي مؤقتا. وطبيعي أن سرعة هذه المياه في الوادي أقل بكثير من السيول السطحية وأكثر كثيرا من حركة المياه في الرواسب الفيضية الأكثر نعومة. هذه المياه العذبة قد تتعرض لتداخل مياه مالحة قادمة عبر الفوالق والشقوق إلى أعلا مما يؤدي إلى ارتفاع نسبة ملوحتها. ويعتبر إقليم خليج العقبة من المناطق التي لم تنل قسطا من الاهتمام وما زالت معلوماتنا عنه ناقصة إذا قورن بأقاليم سيناء الأخرى.

(د) وادي الجـــرافـــي:

يجمع هذا الوادي مياه المنحدرات الشرقية لهضبة التيه وينحدر صوب الشمال الشرقي فيعبر الحدود الدولية قاصداً البحر الميت. ومن آبار هذا الوادي بئر الكنتلة رقم ١ و ٢ وتتراوح الملوحة في المياه بها بين ٩٨٠ و ١٠٦٠ جزء/مليون وتشير التقديرات لحجم الخزان الجوفي في رواسب هذا الوادي بحوالي ١٥,٠٠٠م^3/ يوم وتتراوح نسبة الملوحة بين ١٥٠٠ و ٣٠٠٠ جزء/ مليون (جدول ٧).

---

(١) معهد الصحراء (بدون تاريخ) مرجع سبق ذكره ص ١٩.

٥- الكثبان الرملية:

تعتبر الكثبان الرملية من أهم الخزانات الطبيعية في شمال سيناء وتمتد هذه الكثبان على طول السهل الساحلي الشمالي لمسافة تصل إلى ١٥٠ كيلو متر وبعرض يتراوح بين ٢٠ و ٣٠ كيلو متر. وتبدو هذه الكثبان الرملية في سلاسل موازية لاتجاه الرياح الشمالية الغربية السائدة فيما عدا بعض الأماكن القليلة التي تأخذ فيها الكثبان اتجاها مغايراً لظروف تضاريسية محلية. وتتعدد أشكال الرمال فمنها الكثبان الطولية والهلالية إلى جانب الفرشات الرملية. وتكاد تختفي الكثبان في نطاق البرك والسبخات المحيطة ببحيرة البردويل ولكنها أكثر وضوحا وانتشارا في الداخل.

والكثبان الرملية مورد هام من موارد المياه لعدد كبير من الآبار السطحية في هذا الاقليم التي تتراوح أعماقها بين ٢ و١٢ متر دون سطح الأرض وتركب على بعضها الشواديف والمراوح الهوائية والسواقي وعلى البعض الآخر طلمبات ضخ المياه الميكانيكية. وتحتاج هذه الآبار إلى عناية مستمرة لازالة الرمال السافية بسبب العواصف الرملية. كما تجلب المياه من الكثبان الرملية بحفر خنادق طولية تتعمق في الكثبان حتى تصل إلى مستوى الماء الجوفي. وكثيرا ما يستقر البدو في التجاويف والوهاد بين الكثبان حول حقول الشعير وأشجار النخيل. وقد تتجمع المياه في بعض هذه التجاويف مكونة مستنقعات ضحلة وبرك تزداد عدداً واتساعاً خلال موسم سقوط المطر في الشتاء.

وتزداد كمية المياه المختزنة في هذه الكثبان الرملية صوب الشرق وتبلغ أوجها في المنطقة الممتدة بين رفح والعريش حيث المياه أكثر عذوبة (تتراوح نسبة الملوحة بين ١٠٠٠ و ١٥٠٠ جزء/ مليون). كما تزداد الملوحة في هذا النطاق نحو الغرب حتى تصل إلى ٤٠٠٠ جزء من المليون في آبار رابعة ثم تصبح ١٥,٠٠٠ جزء/مليون في آبار التل الأحمر (شرق القنطرة شرق بحوالي ١٥

كم)[1] وبالقرب من ساحل البحر حيث تتداخل مياه البحر المالحة أسفل طبقة المياه العذبة ولذلك يؤدي السحب الزائد إلى طغيان مياه البحر المالحة وارتفاع نسبة الملوحة ارتفاعاً مفاجئاً.

(١) اسماعيل محمود الرملي (بدون تاريخ) تخطيط مصادر المياه. مرجع سبق ذكره. ص ٢٤.

رابعا: طرق الاستفادة من المياه السطحية والجوفية

على الرغم من وجود شبكة هائلة من الأودية التي تخترق شبه الجزيرة وتجري فيها السيول من حين لآخر، وتوفر خزانات طبيعية عديدة للمياه الجوفية إلا أن الاستفادة منها محدود للغاية. وقد انعكس ذلك على نمط الزراعة في هذا الاقليم فهي عبارة عن بقع متناثرة هنا وهناك حيثما يتوفر مورد معين من المياه (بئر أو عين) وقد ترتبط بسقوط الأمطار أو جريان السيول في الأودية، هذا فيما عدا الساحل الشمالي الشرقي (منطقة رفح والشيخ زويد) ودلتا وادي العريش اللتان تمتعان بموارد أوفر من المياه. (شكل ٧).

وتتعدد طرق الاستفادة من المياه السطحية والجوفية في سيناء تبعا لنوع كل منها وخصائصه. فعندما يتعذر الحصول على المياه السطحية يتجه السكان إلى موارد المياه الجوفية. ومن الطرق المستخدمة للاستفادة من المياه السطحية العقوم والهرّابات (الخزانات) والسدود والعيون، بينما تسحب المياه دون السطحية والجوفية عن طريق الآبار والخنادق المائية. ويوجد في سيناء نحو ٦٣٤ مورد من مواد المياه منها ٣٨١ بئر سطحي (أي ما يعادل ٦٠٪ من مجموع هذه الموارد) و ١٦١ بئر عميق (٢٥٪) واحدى عشر خندقا (٢٪) وثلاثة وثلاثون عينا (٥٪) و ٤٨ هرّابة وخزان (٨٪)، تتوزع جميعا في مختلف أرجاء شبه الجزيرة. (شكل ٨).

١- العقـــوم:

يلجأ الأهالي إلى تقسيم أراضيهم إلى قطع صغيرة وتحاط كل منها بجسور ترابية صغيرة لا يتجاوز ارتفاعها المتر، وتسمى بالعقوم. وتقام الجسور الترابية

عادة بالقرب من قواعد سفوح الأودية بعيداً عن مجرى السيل بحيث تحيط هذه الجسور بقطع من الأرض تتراوح مساحة كل منها نحو الهكتار في المتوسط وبالجسور فتحة لدخول المياه عند جريان السيل. وتعمل هذه الجسور على تجميع مياه المطر المنحدرة إليها على سفوح جوانب الأودية أو تحويل مياه السيول الجارية بالقرب منها لتملأ هذه الأحواض. وبهذه الطريقة يمكن للزراعات الحولية أن تعيش على ما يخلفه هذا الري الغامر في التربة من رطوبة. والجدير بالذكر أن الجسور الترابية أسلوب شائع في عدد من البلاد الصحراوية ففي الصومال ـ على سبيل المثال ـ تقام الجسور الترابية على السفوح البسيطة الانحدار (١-٦ درجات) بموازاة خطوط الكنتور لغرضين الأول حفظ التربة من الانجراف خلال العواصف الغزيرة المطر والثاني ـ وهو الأهم ـ تجميع أكبر كمية من مياه الأمطار المنحدرة على السفوح ومنع جريانها ـ دون فائدة ـ إلى الأودية، وبذلك تحتفظ التربة بما يسقط عليها من أمطار يمكن أن تغذي بعض الزراعات [١].

٢ـ الهرّابات (الخزّانات):

هي عبارة عن خزانات يتم حفرها تحت سطح الأرض مباشرة، إما بطريقة النقر في الصخور أو بطريقة البناء في المناطق غير الصخرية وتبطن هذه الخزانات بالأسمنت. وتحفر عادة في المناطق المنخفضة التي تتجمع فيها مياه المطر في الوديان الفرعية الصغيرة، حتى إذا ما سقطت الأمطار تجمعت المياه لتجد طريقها مباشرة إلى هذه الخزانات فتملؤها. ويجب أن تكون هذه الخزانات محكمة القفل منعا لتلوث المياه. ويوجد بأسقف الخزانات فتحة أو أكثر لجلب

(١) السيد السيد الحسيني (١٩٨٢) موارد المياه في الصومال، المسح الشامل لجمهورية الصومال الديمقراطية، معهد البحوث والدراسات العربية، المنظمة العربية للتربية والثقافة والعلوم، بغداد ص ٢٠٧-٢٠٨.

المياه من خلالها. وتتراوح سعة الخزان بين ٢٠٠ و ٥٠٠ متر مكعب[1]. وقد قامت محافظة سيناء بانشاء عدد من الخزانات في مناطق متفرقة من شمال شبه الجزيرة قبل سنة ١٩٤٨. ويوجد في الوقت الحاضر في شبه الجزيرة ما لا يقل عن ٤٨ خزانا يتركز معظمها في وسط سيناء (الحسنة ونخل) التي تستحوذ على ٢٧ هرابة، يلي ذلك اقليم خليج السويس (١١ هرّابة). أما في منطقتي العريش والشيخ زُويّد فتوجد ثماني هرابات. وتختفي الهرابات في إقليم الكثبان الرملية (القنطرة شرق وبئر العبد) فيما عدا هرابتين اثنتين فقط في دائرة بئر العبد (جدول ٨).

٣- الســـدود:

يلجـأ بدو سيناء للاستفادة بمياه السيول باقامة سدود ترابية تكسي أحيانا بالحجارة ويصل ارتفاعها المترين حتى إذا مرت السيول يحجز كل سدّ منها كمية من المياه تتفق مع سعة الخزان أمامه وما يزيد يعبر السد ويفيض لملء الخزان أمام السد الذي يليه وهكذا. ومما يعيب هذه الطريقة تدفق السيول الشديدة التي تكتسح كل ما يعترض طريقها من سدود ترابية. لذلك يميل الأهالي إلى إقامة هذه السدود الترابية في الوديان الصغيرة. ويفضل إقامة سدود بنائية على الأودية الرئيسية حيثما توجد المضايق الصخرية في مجاريها. ولقد اتجه التفكير في بناء السدود على الأودية في الصحاري المصرية منذ زمن بعيد[2]. وفي القرن الحالي تم بناء عدد من السدود على أودية سيناء، ولكن أهمها وأعظمها على الاطـلاق سد الروافعة الذي أقيم على المجرى الأدنى لوادي العريش إلى

(١) كرم جيد (١٩٦٠) مرجع سبق ذكره. ص ٢١٦.

(٢) لا تزال الآثار المتخلفة عن سد حجري قديم يعرف بسد الكفرة بالقرب من حلوان (جنوب القاهرة) يرجع تاريخه إلى عصر بناء الأهرام. وكان الهدف منه تزويد مناجم المرمر بالمياه فقد كان للأحجار النادرة أهمية خاصة عند فراعنة مصر، راجع:

Murray, G.W (1955) Water from the Desert: Some Ancient Egyptian achievement. Geogr. Jour. Vol: 121. pp. 171-181.

الجنوب من مدينة العريش بحوالي ٥٠ كيلومتر ليحول دون انصراف مياه السيول إلى البحر المتوسط دون الاستفادة منها.

(أ) ســـد الروافعة

هو سد بنائي يرتفع عن قاع الوادي بنحو ١٢ متر، ويمتد أساسه بعمق ثمانية أمتار تقريبا ليكون الارتفاع الكلي للسد نحو ٢٠ متر. وقد أقيم في منطقة يضيق فيها الوادي ضيقا ملحوظا فلا يتجاوز عرضه ٧٠ متر. وقدرت السعة القصوى للخزان أمامه بنحو ثلاثة ملايين متر مكعب من المياه، وله عتب لمرور المياه الزائدة عن سعته منسوبها ١٣٠ متر فوق مستوى سطح البحر، وبه ثلاث فتحات مركب عليها أبواب حديدية مزودة بأوناش للتحكم في فتحها وغلقها والهدف من هذه الفتحات هو كسح الطمى المترسب أمام السد عند فتحها وانصراف المياه المحجوزة أمام السد عند الضرورة. وتكفي المياه المحتجزة أمام هذا السد لرى نحو ٤٠٠ فدان ريا مستديما بخلاف أغراض الشرب والاستخدامات اليومية. وقد قام هذا السد منذ انشائه بحجز مياه السيول التي وصلت إلى هذا الموقع. أما السيول التي زادت مياهها على سعة الخزان فقد عبرت فوق عتبة السد وانسابت شمالا في الوادي إلى البحر المتوسط (جدول ٦). ومع تتابع السيول في الوادي وما يجلبه من رواسب تعرض الخزان للاطماء وارتفع قاع الوادي أمام السد من منسوب ١٢١ متر فوق مستوى سطح البحر سنة ١٩٤٦ إلى ١٢٦,٢ متر في سنة ١٩٦٥ أي نحو أكثر من خمسة أمتار، وترتب على ذلك أن قلت سعة الخزان من حوالي ٣ مليون متر مكعب إلى نحو ٢,٥ مليون متر مكعب[1].

وقد أمكن ـ بعد بناء سد الروافعة ـ رصد ساعة بدء وصول السيل

---

(١) اسماعيل محمود الرملي (بدون تاريخ) ـ «تخطيط مصادر المياه...» مرجع سبق ذكره ص ١٦.

وقياس منسوب المياه أمام السد كل ساعتين إلى أن ينتهي السيل ومن ثم تقدير كمية المياه التي تصل إلى السد تقديرا دقيقاً. كما أمكن تقدير حجم المياه المنصرفة فوق عتبة السد عندما يزيد حجم السيل على سعة الخزان الفعلية. كذلك يتم ملاحظة وقياس منسوب المياه في البحيرة الصناعية أمام السد بعد كل سيل. وفي عامي ١٩٤٧ و ١٩٥١ جرى في الوادي سيلين كبيرين نتج عن كل منهما امتلاء الخزان وظلت المياه محجوزة أمام السد طول العام. أما المياه الزائدة فقد انصرفت فوق عتبة السد وانصرفت في الوادي صوب البحر المتوسط.

ومن ملاحظة منسوب المياه في البحيرة الصناعية وحساب الفاقد على مدار السنة إتضح أن معدل الفاقد من مياه البحيرة الناتجة من سيل ١٩٥١ أقل بكثير عما كان عليه في سيل ١٩٤٧. (شكل ٩) رغم أنهما حدثا في نفس الشهر (مارس) ورغم تعرض المنطقة لنفس الظروف المناخية السائدة شبه الرتيبة. ومن ثم قد يرجع هذا الاختلاف إلى انخفاض معدل الفاقد بالتسرب نحو الباطن في السيل الأخير (١٩٥١) عن سابقه (١٩٤٧) نتيجة إرساب طبقة سميكة من الرواسب الناعمة من الطمي والصلصال غطت قاع الخزان وأدت إلى تقليل معدل النفاذية ومن ثم تقليل الفاقد بالتسرب نحو الباطن[١]. وبديهي أن تقليل معدل التسرب رغم أنه يزيد من حجم الجريان السطحي إلا أنه يقلل من كمية المياه التي تغذي الخزان الجوفي في الجزء الأدنى من وادي العريش كما أن بقاء المياه في هذه البحيرة الصناعية دون استغلال لفترة طويلة يؤدي إلى تعرضها للتبخر. وتقدر كمية المياه الفاقدة على مدار العام بالتبخر والتسرب من حوض التخزين أمام السد في حالة ملئه بأكثر من مليون متر مكعب[٢]. لذلك اتجه التفكير إلى مـد أنابيب تجري مع انحدار الوادي وتنصرف فيها المياه دون ضخّ

(١) كرم جيد (١٩٦٠) مرجع سبق ذكره. ص ٢٢٤.
(٢) كرم جيد (١٩٦٠) مرجع سبق ذكره. ص ٢٢٥.

إلى حيث يراد استخدامها. فلم تعد القضية مجرد بناء سد فحسب بل أصبح مقررا مد الأنابيب وصيانتها أو شق القنوات لتوصيل المياه المتجمعة أمام هذا السد إلى مواقع الزراعة.

(ب) السـدود المقترحـة:

بدأت الأنظار تتجه إلى تنمية وتعمير سيناء بعد عودتها للسيادة المصرية بعد حرب أكتوبر ١٩٧٣، وكثر الحديث عن السدود المقترحة سواء الترابية أو المبنية على عدد من أودية شبه الجزيرة. وتتابعت الاقتراحات لتحديد المواقع المناسبة لاقامة هذه السدود. وفي الواقع فإن للسدود فوائد جمة يمكن إيجازها فيما يلي:

١ـ الحيلولة دون انصراف مياه السيول إلى البحر دون الاستفادة منها.
٢ـ التخزين السطحي للمياه أمام السد لفترة زمنية قصرت أو طالت للاستفادة الكاملة من المياه.
٣ـ الحد من جريان المياه في الوادي لمسافات طويلة دون مدد مما يعرضها للفاقد الكبير بالتبخر المرتفع وتشرب التربة الجافة فتضيع معظم المياه سدى.
٤ـ تغذية الخزان الجوفي بالمياه في مناطق السدود عن طريق التسرب والتي يمكن استغلالها عن طريق الآبار.
٥ـ الحد من الأضرار الناجمة عن السيول الشديدة التي قد تؤدي إلى تخريب ما يعترضها من مزارع ومنشآت (١).
٦ـ يمكن اقامة نظام ري خاص لاستغلال المياه المتجمعة أمام السدود دون خوف من تخريب السيول.

وطبيعي أن تقام السدود في المواقع المناسبة ليس فقط من حيث امكانية

(١) من المفارقات أن يفوق عدد الغرقى في الصحارى الجافة عدد الموتى عطشا.

إقامتها وإنما تبعا لحجم السيول ومعدل ترددها وخصائص المنطقة التي سوف تعتمد عليها في الحصول على الماء ففي وادي العريش الأدنى من نخل حتى البحر يتسع قاع الوادي وتغطيه طبقة من رواسب السهل الفيضي لمسافة تربو على ١٣٠ كيلومتر. كما أن الوادي يجمع مياه عدد كبير الروافد فتأتي السيول مرارا وبأحجام ملائمة للاستغلال. لهذا فإن المواقع التي تصلح هنا لاقامة السدود في هذا المجرى الأدنى ينبغي الانتفاع بها إلى أكبر حد ممكن وتمثل المضايق نموذجا جيدا[١] فبينما يتسع عرض السهل الفيضي إلى نحو ١,٨ كيلو متر في المتوسط يضيق المجرى في المضايق إلى نحو ٤٨٨ متر في مضيق خرم و ٤٤٤ متر في مضيق متمتنى (طلعة البدن) و ٢٥٣ متر في مضيق الحلال على التوالي من الجنوب إلى الشمال.[٢] وعلى افتراض إقامة سدود في هذه المواقع فإن هذا يعني أن سد مضيق خرم سوف تنتهي إليه السيول القادمة إلى وادي العريش من أودية البروك وعقابه والرواق وبقية الروافد العليا (جدول ١) أما سد مضيق متمتني فسوف تتجمع عنده السيول القادمة من وادي قرية وهو من الروافد التي تتمتع بسيول كبيرة الحجم وإن قل تكرارها. أما سد مضيق الحلال (ضيقة الحلال) فتنصرف إليه عدد من الأودية أهمها الجايفة والجرور. والسد الأخير كان مشروعا مقترحا ولا يزال منذ أكثر من خمسة وثلاثين عاما، ويمكن إقامة سد آخر على وادي العريش عند بير لحفن إلى الشمال من سد الروافعة ليحول دون انصراف المياه القادمة من أودية الأزاريق وحريضين إلى البحر.

وفي وادي الجرافي الذي يجمع مياه منطقة واسعة من أرض سيناء يمكن إقامة سد على مجراه بالقرب من الكنتلة قبل أن يعبر الحدود إلى خارج سيناء. أما في وادي فيران وهو من الأودية الغنية نسبيا بموارده المائية فهناك اقتراح

---

(١) يسمى المضيق أحيانا باسم الضيقة.

(٢) أحمد سالم (١٩٨٥) «حوض وادي العريش - دراسة جيوموفولوجية» رسالة دكتوراة قدمت إلى قسم الجغرافيا - جامعة القاهرة (غير منشورة). ص ٣١٤.

بالفعل باقامة سد على هذا الوادي بالقرب من واحة فيران. وعلى خليج العقبة يجمع وادي ذهب مياه عدد كبير من الأودية قبل أن ينصرف إلى الخليج. يبقى تحديد المواقع المناسبة بهذه السدود ودراسة مدى الاستفادة منها وتحديد الجدوى الاقتصادية لكل سد قبل الشروع في اقامته.

ومن أهم المشاريع المقترحة ذلك المشروع القديم الحديث وهو سد الضيّقة (ضيقة الحلال) الذي بدأ التفكير فيه منذ سنة ١٩٥٠ عندما بدأ فريق من كلية الهندسة بجامعة القاهرة عمل جسات في منطقة الضيقة بوادي العريش إلى الجنوب من سد الروافعة بهدف إقامة سد ترابي بارتفاع ٢٠ متر فوق قاع الوادي. وفي هذه المنطقة يضيق الوادي ضيقا ملحوظا بين جبل ضلفع وجبل الحلال بحيث يتراوح عرضه في بعض المواقع بين ١٥٠ و ٢٠٠ متر وذلك لمسافة لا تقل عن ستة كيلومترات. وهو موقع ممتاز لاقامة مثل هذا المشروع. وتختلف السعة المقدرة لخزان هذا السد تبعا لموقعه من خانق الضيقة فإذا أقيم في جنوب الخانق بالارتفاع المذكور فسوف تصل سعته نحو ١٦٥ مليون متر مكعب أما إذا أقيم في جنوب الخانق فسوف لا تزيد سعته عن ٤٠ مليون متر مكعب. مع مراعاة أن معدلات الفاقد من المياه بالتبخر والتسرب في الموقع الأول أكبر بكثير من نظائرها في الموقع الثاني لاتساع مساحة البحيرة أمام السد في الموقع الأول بينما لا تتجاوز مساحة البحيرة في الموقع الثاني المساحة الضيقة المحصورة بين الجبلين[1]. أضف إلى ذلك أنه قياسا على البيانات الواردة عن أحجام السيول التي جرت في الوادي سواء قبل بناء سد الروافعة (٢٥-١٩٤٦ وهي تقديرية) أو بعد بنائه (١٩٤٧-١٩٦٦ وهي قياسات فعلية) فإن سعة الخزان المناسبة لا تتعدى ٤٠ مليون متر مكعب منها عشرة ملايين متر مكعب تخزين ميت Dead

---

(١) كرم جيد (١٩٦٠) مرجع سابق ذكره. ص ٢٢٧

volume كما يفترض امتلاء هذا الخزان مرة واحدة كل ثلاث سنوات [١] . وقد أرجيء تنفيذ هذا المشروع لحين استكمال قياسات السيول الجارية في هذه المنطقة لمعرفة أحجام هذه السيول ومعدلات ترددها ومن ثم تحديد الموقع الأمثل الذي يحقق السعة المطلوبة للخزان أمام هذا السد المقترح وقد أقيمت بالفعل نحو ١٢ محطة أرصاد لتقدير كمية المياه الجارية (السيول) المنصرفة إلى الوادي عند هذا الموقع [٢] .

٤- الآبـــار:

تمثل الآبار أهم الموارد المائية في شبه جزيرة سيناء، إذ يبلغ عددها (عام ١٩٧٩) نحو ٥٤٢ بئر، أي ما يعادل نحو ٨٥٪ من مجموع عدد الموارد المائية في شبــه الجــزيرة (شكــل ٨). وتنقسم الآبــار عادة إلى نوعـين الآبـار السطحية [٣] وعددها ٣٨١ بئر أي ما يعادل ٧٠٪ من مجموع عدد الآبار، والآبار العميقة وعددها نحو ١٦١ بئر (٣٠٪) (جدول ٨) وتستمد معظم هذه الآبار مياهها من رواسب الزمن الرابع (البلايو ستوسين والهولوسين) سواء كانت رواسب فيضية في بطون الأودية ودالاتها أو من الكثبان الرملية أو من طبقتي الـرشـح والفجرة (الكركار). والبعض يستمد مياهه من الطبقات الجيولوجية الحاملة للمياه التي تنتمي إلى عصور جيولوجية سابقة (الزمنين الثاني والثالث).

ويستحوذ حوض وادي العريش (مناطق العريش والحسنة ونخل) على نحو ١٤٢ بئر سطحي و ٧٩ بئر عميق، أي ما يعادل نحو ٣٧٪ و ٤٩٪ من مجموع الآبار السطحية والعميقة على الترتيب. أما في الأقليم الشمالي الغربي

---

(١) Dames & Moore (1984) op. cit. chap. 2.p.19.

(٢) الهيئة العامة للاستعلامات (١٩٨٤) «محافظة شمال سيناء» صدر بمناسبة عيدها القومي الثاني (٢٥/٤/١٩٨٤) وزارة الأعلام. القاهرة. ص ٤٤.

(٣) لا تزيد أعماق معظم الآبار السطحية في سيناء على ١٥ متر (انظر جدول ١٠).

(منطقتي القنطرة شرق وبئر العبد) حتى تنتشر الكثبان الرملية فتختفي تماما الآبـار العميقـة وتصبح الآبـار السطحية (وعددها ٧٤بئر) المورد الوحيد للمياه (شكل ١٠) كذلك تختفي الآبار العميقة في اقليم خليج العقبة حيث تسود الآبار السطحية (وعددها **٥٢** بئر) التي تستمد مياهها من الرواسب الفيضية التي تملأ بطون الأودية. أما في اقليم خليج السويس والشط فيوجد نحو **٨٧** بئر سطحي و **٣٤** بئر عميق. وفي منطقة الشيخ زويد في أقصى الطرف الشرقي للسهل الساحلي الشمالي **٤٨** بئر عميق و **٢٦** بئر سطحي. ومما تجدر ملاحظته أن منطقتي الشيخ زويد والعريش وحدهما تستحوذان على **١٢٤** بئر عميق أي ما يعادل نحو ٧٧٪ من مجموع الآبار العميقة في سيناء. ويرجع السبب في تركز الآبار العميقة في هاتين المنطقتين إلى وجود طبقتي الرشح والفجرة (الكُركار) السابقة الذكر، اللتان تعدان من أجود الخزانات الطبيعية للمياه الجوفية في شمال سيناء. هذا إلى جانب أن هذا الاقليم أكثر جهات سيناء مطرا حيث تتراوح كمية المطر السنوي بين **١٠٠** و **٣٠٠** ملليمتر.

جــدول (٨)
موارد المياه في شبــه جزيرة سيــناء [1]

المنطقة	آبار سطحية	آبار عميقة	خنادق	هرابات وخزانات	عيون
القنطرة شــرق	٢١	-	-	-	-
بئـر العبـد	٥٣	-	-	٢	-
العريـــش	٤٦	٧٦	-	٢	-
الشيخ زويد	٢٦	٤٨	٤	٦	-
الحسنـــة	٥٧	-	-	١٤	٣
نخــــل	٣٩	٣	-	١٣	-
خليج العقبة	٥٢	-	-	-	١٢
خليج السويس الطور	٧٥	١٨	٧	١١	١٨
الشــــط	١٢	١٦	-	-	-
المجــموع	٣٨١	١٦١	١١	٤٨	٣٣

وتتفاوت ملوحة المياه في الآبار تبعا لمصدرها ففي عينة تضم مائتي بئر في بعض جهات حوض وادي العريش (مناطق العريش، الحسـنة، نخل) وبعض أجزاء السهل الساحلي الشمالي الشرقي بين رفح والعريش (منطقة الشيخ زويد) لقياس نسبة ملوحة المياه تبين أن نسبة الملوحة في ٤٨٪ من آبار هذه العينة تقل عن ٢٠٠٠ جزء/مليون وفي ٢٠٪ من العينة تتراوح نسبة الملوحة بين ٢٠٠٠ و ٣٢٠٠ جزء/مليون، وفي ١٧٪ تتراوح ال ملوحة بين ٣٢٠٠ و ٥٠٠٠ جزء في المليون، والباقي ١٥٪ وتزيد فيه الملوحة على ٥٠٠٠ جزء في

(١) قسم المياه الجوفية بمحافظة شمال سيناء. العريش (بيانات غير منشورة) ١٩٧٩.

المليون (جدول ٩). ويعني هذا أن أكثر من ثلث هذه الآبار (٦٨٪) ذات ملوحة عادية أو محتملة وتصلح للزراعة.(١). أما في آبار المياه المختزنة في رواسب الأودية باقليم خليج العقبة فهي في معظمها تصلح للزراعة (أقل من ٤٠٠٠ جزء/مليون) ففي وادي واسط تصل ملوحة المياه إلى **٢٤٨٢** جزء/ مليون وفي منطقة نويبع تصل ملوحة الآبار نحو **٣٨٧٠** جزء/ مليون. أما في منطقة دهب فتصل ملوحة الآبار الضحلة نحو **٢٦٤٤** جزء/ مليون. وفي خليج السويس تتفاوت نسبة الملوحة من وادي لآخر وتبعا للبعد من ساحل الخليج. ففي وادي سدرى تتراوح الملوحة بين **٢٠٠** و **٨٠٠** جزء/ مليون وفي وادي فيران (واحة فيران) **٤٨١** جزء/ مليون. أما في منطقة الطور تصل الملوحة أقصاها إلى حوالي **١٠٨٥٤** جزء/مليون(٢).

جـــدول (٩) | نسبة الملوحة في مياه الآبار في شمال سينـاء

نسبة الملوحة	الشيخ زويد	العريش	الحسنة	نخل	جملة عدد الآبار	النسبة ٪
عادية الملوحة: (أقل من ٢٠٠٠ جزء/مليون)	٤٥	٣٩	٧	٥	٩٦	٤٨٪
متوسط الملوحة: (٢٠٠٠-٣٢٠٠ جزء/مليون)	٢	٢٥	٥	٨	٤٠	٢٠٪
مرتفعة الملوحة: (٣٢٠٠-٥٠٠٠ جزء/مليون)	٢	١٧	١٣	٢	٣٤	١٧٪
شديدة الملوحة: (٥٠٠٠-١٠,٠٠٠ جزء/مليون)	١	٥	١٦	٤	٢٦	١٣٪
شديدة الملوحة جدا: (أكثر من ١٠,٠٠٠ جزء/مليون)	-	-	٤	-	٤	٢٪
عـــدد الآبـــار	٥٠	٨٦	٤٥	١٩	٢٠٠	١٠٠٪

(١) تم استخدام مياه ذات ملوحة ٤٠٠٠ جزء/مليون في الزراعة في برج العرب وسيوه أما المياه التي تزيد ملوحتها على ٤٠٠٠ جزء/مليون فهي لا تصلح للزراعة بأي حال من الأحوال.
(٢) اسماعيل محمود الرملي (بدون تاريخ) «تخطيط مصادر المياه...»، مرجع سبق ذكره. ص ٢٨، ٢٩.

ويتضح من الجدول أن مياه الآبار في منطقة العريش (الدلتا) في معظمها صالحة تماما للزراعة، ففي ٨٦ بئر تبين أن ٦٤ بئرا منها (أي نحو ثلاثة أرباع عدد الآبار) في هذه العينة وتتراوح أعماقها بين ١٥ و ٤٥ متر دون سطح الأرض ذات ملوحة أقل من ٣٢٠٠ جزء/مليون، بينما ينعكس الوضع في منطقة الحسنة حيث لا تزيد عدد الآبار التي تقل ملوحة مياهها عن ٣٢٠٠ جزء/مليون على ١٢ بئرا من ٤٥، أي ما يعادل نحو ٢٧٪ من مجموع العينة. أما في منطقة نخل فيوجد ١٣ بئرا من ١٩ تقل الملوحة فيها عن ٣٢٠٠ جزء في المليون أي ما يعادل أكثر من ثلثي عدد الآبار، وهي تصلح تماما للزراعة. وتتفاوت نسبة الملوحة من بئر لآخر. ففي المنطقة المحيطة بقرية نخل - على سبيل المثال - تختلف نسبة الملوحة من بئر الأهالي ٨٥٨ جزء/مليون وبئر الحكومة ١٣٢٨ جزء/مليون وبئر شهاب ٤٠٠٠ جزء/مليون وبئر نخل القلعة ٤٣٤٨ جزء/مليون. وفي آبار الثمادة الأربعة بوادي البروك تتفاوت نسبة الملوحة بين ٣٢٠٠ و ٤٤٠٠ و ٤٥٠٠ و ٥٨٠٠ جزء/مليون. أما في آبار منطقة الشيخ زويد فإن ٤٥ بئرا من ٥٠ بئر أي ما يعادل تسعة أعشار الآبار ذات ملوحة أقل من ٢٠٠٠ جزء/مليون وتصلح لشتى الأغراض، وبئرين آخرين تتراوح فيهما الملوحة بين ٢٠٠٠ و ٣٢٠٠ جزء/مليون ويصلحان للاستخدام في الزراعة. وتعد مياه الآبار في هذه المنطقة (الشيخ زويد) من أقل جهات سيناء ملوحة وكذلك الحال في معظم الآبار باقليم الشمال الغربي (بئر العبد والقنطرة شرق) حيث تقل نسبة الملوحة في الآبار التي تعتمد على الكثبان الرملية كمصدر لمياهها. ولكن قد ترتفع ملوحة المياه ارتفاعا كبيرا في هذه المنطقة بالقرب من السبخات المالحة والبحيرة أو البحر.

جدول (١٠) يوضح توزيع الآبار السطحية التي تمثل - كما ذكرنا - نحو ٧٠٪ من مجموع الآبار في شبه الجزيرة. ومنه يتضح أن أقصى عمق لهذه الآبار أقل من عشرة أمتار فيما عدا مناطق العريش ٢,٥ متر والحسنة ١٥ متر والشيخ

زويد ٤٠ متر. وتتفاوت ملوحة المياه في هذه الآبار من مكان لآخر ولعل أكثرها عذوبة (أقل نسبة أملاح) في آبار القنطرة شرق (الكثبان الرملية) ١٢٥٠-٢٢٧٠ جزء/مليون، وأكثرها ملوحة آبار الشط (٧٧٧٢-٩٦١٠ جزء/مليون).

جدول (١٠)
خصائص الآبار السطحية في شبه جزيرة سيناء
موزعة حسب الوحدات الادارية (١)

المنطقة	عدد الآبار	الأعماق بالمتر	درجة الملوحة جزء في المليون
دائرة القنطرة شرق	٢١	٤-٧	١٢٥٠ - ٢٢٧٠
دائرة بئر العبد	٥٣	٣-٨	١٢٧٠ - ٩٣٠٠
دائرة العريش	٤٦	٥-١٢,٥	٩٦٠ - ٥٩٢٠
دائرة الشيخ زويد	٢٦	٣,٥-٤٠	٨٦٨ - ٣٦٠٠
دائرة الحسنة	٥٧	٢,٥-١٥	١١٢٠ - ٣٧٥٠
دائرة نخل	٣٩	٤,٥-٩	٨٤٠ - ٤٣٤٨
دائرة خليج العقبة	٥٢	١,٨-٦,٥	٨٢٠ - ٤٦٢٠
دائرة خليج السويس	٧٥	٣,٢-٦	٤٩٠ - ٤٩٨٠
دائرة الشط	١٢	٤,٢-٦,١	٧٧٧٢ - ٩٦١٠

٥- الخنادق المائية:

الخندق المائي عبارة عن تجويف في الرمال أشبه ببحيرة صناعية طولية

(١) السيد محمد الكيلاني (١٩٧٩) حوار حول تنمية سيناء مذكرة رقم ١٢٤٣. معهد التخطيط القومي - القاهرة.

صغيرة تتسرب إليها المياه جانبيا، ويتم سحب الماء من هذه البحيرة (الخندق) وضخها آليا عبر أنابيب (مواسير) إلى المناطق الزراعية وتكسى جوانب الخندق أحيانا بالحجارة والأسمنت منعا لتهدلها. ويوجد في شبه جزيرة سيناء نحو أحد عشر خندقا تتركز في منطقتين فقط هما خليج السويس (٧ خنادق) ومنطقة الشيخ زويد (٤ خنادق). ومن أهم الخنادق المائية خندق الخروبة وطوله نحو ٦١٣ متر ويصل تصرفه نحو ٦٠ متر مكعب/ساعة ويروي ما يزيد على ٢٤٠ فدان[1] وخندق الشيخ زويد وطوله ٤٩٧ متر ويمكن أن يصل تصرفه إلى ٨٠م٣/ساعة ويروي نحوي ٥٦٢ فدانا وخندق ليّه الحصين وطوله ٢٣٨,٥ متر ويصل تصرفه نحو ٤٥م٣/ ساعة ويروي نحو ٢١٦ فدانا[2]. ويمكن زيادة هذه التصرفات دون الاضرار بالخزان الجوفي، بمعنى أنه يمكن سحب كميات إضافية من المياه دون أن تتداخل مياه البحر المالحة وتختلط بالمياه العذبة في هذه الكثبان الرملية.[3]

ويلاحظ أن كميات المياه في الآبار بين رفح والعريش تقل وتزداد ملوحتها صوب الغرب ففي خندق الشيخ زويد لا تزيد نسبة الملوحة عن ٣٠٠ جزء/المليون وفي خندق الخروبة ٨٠٠ جزء/مليون، وفي خندق جرادة (يقع إلى الشرق من مدينة العريش بحوالي ١٢ كم وطوله نحو ٢٦١ متر) تصل الملوحة إلى ٣٠٠٠ جزء/مليون. ومما ضاعف من ملوحة الخندق الأخير وجود ملاحات قديمة بالقرب منه.[4]

أما خندق الطور وقد حفر في الكثبان الرملية الموازية لساحل خليج

---

(١) الفدّان يساوي نحو ٤٢٠٠ متر مرع.

(٢) محافظة شمال سيناء (١٩٨٠) «سيناء على طريق السلام والنماء» قسم العلاقات العامة. ص ٥٣.

(٣) اسماعيل محمود الرملي (بدون تاريخ) «تخطيط مصادر المياه. . .» مرجع سبق ذكره. ص ٢٥.

(٤) اسماعيل محمود الرملي (بدون تاريخ «تخطيط مصادر المياه. .» مرجع سبق ذكره. ص ٢٤.

السويس بالقرب من مدينة الطور وتصل ملوحته إلى ١٥٠٠ جزء/مليون. وقد ساعد حفر هذا الخندق على مد الأهالي بمياه الشرب إلى جانب زراعة نحو ٥٠ فدانا من الأراضي الزراعية في هذه المنطقة.

ومن الوسائل التي يلجأ إليها الأهالي للاستفادة من مياه الكثبان الرملية ازالة الرمال من البقعة المراد زراعتها حتى يصلوا إلى المنطقة الرطبة فوق مستوى الماء بحوالي متر ثم يقومون بزراعة هذه المساحة الضئيلة بالخضر والفاكهة التي تتغذى مباشرة على مياه الرشح من هذه الكثبان. ولكن كثيرا ما تتعرض هذه البقع لسفي الرمال الغزيرة خلال العواصف الشديدة. وتنتشر هذه الطريقة قرب ساحل البحر المتوسط لقرب الماء الجوفي من سطح الأرض ومن ثم قلة تكاليف الحفر. وقد يلجأ الأهالي إلى طريقة أخرى وهي عمل حفرة تصل لطبقة المياه ثم توضع فيها فسائل النخيل لتتغذى وتنمو على هذه المياه مباشرة. ولذا فإن زراعة النخيل تنتشر انتشارا واسعا في السهل الساحلي الشمالي إلا أن بعضا منها يعاني من الصراع الدائم مع الرمال المتراكمة حولها من كل جانب. ومن المناظر المألوفة أشجار النخيل الغارقة في الرمال حتى السعف.

٦- العيـــون:

أما العيون فهي إما طبيعية أو صناعية ويوجد في شبه جزيرة سيناء حوالي ٤٠ عينا منها **٣٣** عينا طبيعية والباقي عيون صناعية. والعيون الصناعية هي عيون نتجت عن تنقيب شركات البترول وتفجرت منها المياه طبيعيا نحو السطح نتيجة للضغط الشديد الواقع على الطبقات الحاملة للمياه في الصخور الرسوبية العميقة، وهي حوالي سبعة عيون تقع كلها في الجزء الجنوبي الغربي من سيناء، ثلاثة عيون منها عيون موسى الشهيرة وعينان في رأس سدر وعينان في السلسلة. وفي في عين موسى رقم ١ بلغ التصرف حوالي **٥١٠** م^3/يوم ودرجة ملوحة المياه بها **٨١٢٤** جزء/مليون، وعين موسى رقم **٢** وتصرفها حوالي

٢٢٨٤م٣/ يوم ودرجة الملوحة بمياهها ٢٥٠١ جزء/مليون، وعين موسى رقم ٣ وتصرفها حوالي ٥٠٠م٣/ يوم والأملاح بها بنسبة ٣٨٢٣ جزء/مليون. [١]

وتتركز العيون الطبيعية في خليجي السويس والعقبة، ففي خليج السويس ١٨ عينا وفي خليج العقبة ١٢ عينا إلى جانب ثلاث عيون أخرى في الحسنة وتكاد تخلو بقية سيناء من العيون الطبيعية (جدول ٨). ومن هذه العيون عين القصيمة وهي أكبر العيون الطبيعية تصرفا إذ يصل إلى ١٦٨٤م٣/ يوم، وعين الجديرات ويتراوح تصرفها بين ١٠٠ و ٨٧١م٣/ يوم. أما عين قديس (جنوب عين الجديرات) فيصل تصرفها نحو ٥٠٠م٣/ يوم. هذه العيون ذات مياه عذبة يستمد منها الأهالي حاجتهم للأغراض الزراعية والاستخدامات اليومية والشرب [٢].

أما العيون الطبيعية المعدنية وتستخدم في أغراض السياحة العلاجية والاستجمام فترتفع فيها درجة الملوحة وهي أما عيون ساخنة ترتفع فيها درجة الحرارة مثل عيون حمام فرعون (شمال أبو زنيمة) وتصرفها ٨٨٠م٣/ يوم وهي عدد من العيون تتوزع على طول خط مستقيم يمتد بموازاة خط الساحل بطول ١٥ كم ومياهها حارة تصل إلى ٧٠°م، شديدة الملوحة جدا (١١,٠٠٠ ـ ١٥,٠٠٠ جزء/مليون) مما يعني أن المياه تأتي من عمق كبير. أما عيون موسى وهي اثنتى عشر عينا تنتظم في خطين متوازيين من العيون (جنوب السويس بحوالي ١٥ كم) وتتراوح نسب الملوحة في مياهها بين ٣١٣٠ و ٩٢٢٠ جزء/مليون. ومن الواضح أن هاتين المجموعتين من العيون يمتد على طول الفوالق المتوازية التي تخترق طبقة الميوسين الحاملة للمياه الجوفية والتي تستمد هذه العيون المياه منها. وتقدر اجمالي كمية المياه المنصرفة من هذه العيون نحو

---

(١) محمد عبدالمنعم المهدي (بدون تاريخ) «شبه جزيرة سيناء». معهد الصحراء. وزارة الزراعة (غير منشور).

(٢) اسماعيل الرملي (بدون تاريخ) «تخطيط مصادر المياه. . .» مرجع سبق ذكره ص ٢٧.

٣٠٠٠م٣/يوم. ومن أهم العيون الطبيعية في إقليم خليج العقبة عين الفُرطاجة وتقع في وادي وتير وتصرفها نحو ٥٠٠م٣/ يوم. وتتراوح ملوحة المياه بها بين ١٤٥٠ و ١٥٢٠ جزء/مليون، كما توجد مجموعة أخرى من العيون الطبيعية إلى الغرب والشمال من قرية واسط الواقعة على ساحل خليج العقبة يصل تصرفها نحو ٧٨٠م٣/ يوم. وملوحة مياهها نحو ١٤٠٠ جزء/مليون. ويعتمد دير سانت كاترين على مياه إحدى العيون التي تكفي لزراعة أربعة أفدنة تابعة للدير (ملوحة ٣٤٤ جزء/مليون).[1]

(١) للتفاصيل: راجع: اسماعيل محمود الرملي (بدون تاريخ) العيون المعدنية والساخنة في شبه جزيرة سيناء، قسم بحوث مصادر المياه. معهد الصحراء. (تقرير غير منشور).

ميــــاه النيــــل:

إزاء فقر سيناء في مواردها المائية مع الحاجة المتزايدة إلى تعميرها فقد اتجه التفكير إلى جلب مياه النيل إليها، وذلك لغرضين الأول للشرب والاستخدامات اليومية العادية والثاني للزراعة سواء لري الأراضي الزراعية القائمة أو لاستصلاح أراضي جديدة. وتقدر كمية المياه المنقولة إلى سيناء (عام ١٩٨٢) نحو ٦٥,٠٠٠م٣/يوميا، ومن المقرر أن يتم إنشاء عدد إضافي من الأنابيب لنقل نحو ٥٠,٠٠٠م٣/ يوم. أحد هذه الأنابيب بين القنطرة شرق وبئر العبد (٨٠ كم) بطاقة تتراوح بين ٢٥,٠٠٠ و ٣٠,٠٠٠م٣/ يوم. أما سحارة الدِّفْرسوار فتقدر طاقتها بنحو ٣ مليون متر مكعب يوميا.[١] وبعض هذه الأنابيب قد تم انشاؤه والبعض الآخر يجري العمل فيه، ففي شمال سيناء تبلغ طول خطوط أنابيب المياه نحو ٤٤٨ كيلو متر تم منها حتى سنة ١٩٨٤ نحو ٢٤٧ كيلومتر وجاري العمل في الباقي[٢].

أما نقل المياه بكميات أكبر لغرض الزراعة واستصلاح الأراضي في سيناء خاصة في الجزء الشمالي الغربي من شبه الجزيرة فهو من المشاريع المطروحة للبحث والتنفيذ ومنها حفر ترعة السلام وتخرج من النيل (فرع دمياط) عند بلدة العنانية (فارسكور) وتعبر الدلتا إلى رأس العش (جنوب بورسعيد) لتمر داخل نفق تحت قناة السويس إلى سيناء. وتقدر المساحة التي يزمع استصلاحها في سيناء بنحو ٤٠٠,٠٠٠ فدان تعتمد على الري السطحي من هذه الترعة وتتوزع في سهل الطينة (١٣٥,٠٠٠ فدان) والمنطقة الساحلية بين سهل الطينة والعريش (٢٦٥,٠٠٠ فدان). هذا إلى جانب مساحات أخرى في شرق

(1) Dames & Moore (1984) op. Cit. chap. 2.p.76.

(٢) الهيئة العامة للاستعلامات (١٩٨٤) مرجع سبق ذكره. ص ١١٤

البحيرات المرة وقناة السويس من المزمع ريها بالرش من ترعة السويس.[1] ويجري الآن مسح شامل للتربات والأراضي القابلة للزراعة لتحديد نوعيتها وتقدير حجم العائد منها قبل الشروع في التنفيذ (شكل ٧).

(١) وزارة الزراعة واستصلاح الأراضي (١٩٧٧) «سياسة التوسع الأفقي واستصلاح الأراضي في ٢,٨ مليون فدان». القاهرة.

خاتمة:

. . . وبعد، فهذا عرض لموارد المياه في سيناء يستند إلى ما توفر من بيانات متناثرة وهي قليلة للغاية، فكما رأينا تتوزع موارد المياه بين سيول جارية في الأودية قلما يتم الاستفادة منها، أو مياه تنساب دون السطح بقليل، والبعض الآخر مياه جوفية لم تلق قدراً مناسبا من الاهتمام بل إن بعضا منها تم الوصول إليه بالصدفة عند التنقيب عن البترول. هذا على الرغم من أهمية المياه في هذا الاقليم كمورد طبيعي غير قابل للنضوب كما أنه حجر الزاوية في أي تعمير أو تنمية وعليه تقوم الزراعة وما يرتبط بها من جذب للسكان.

وهذا لايعني التقليل من الجهود التي بذلت إلا أنها لا تتناسب مع ما ينبغي أن يكون. كذلك يجب التنبيه إلى أن الحل الأمثل لمشكلة المياه في سيناء ليس تزويدها بمياه النيل فحسب، فعلاوة على ارتفاع تكلفتها خاصة مع طول المسافة قد لايتوفر ذلك مستقبلا بالقدر الكافي مع زيادة متطلبات التنمية في الوادي في المدى البعيد ومع وجود مناطق قابلة للاستصلاح الزراعي أقرب إلى الوادي من سيناء. لذلك يبقى الحل ـ إلى جانب ما يمكن جلبه من مياه النيل ـ هو البحث عن إمكانات سيناء من الموارد المائية.

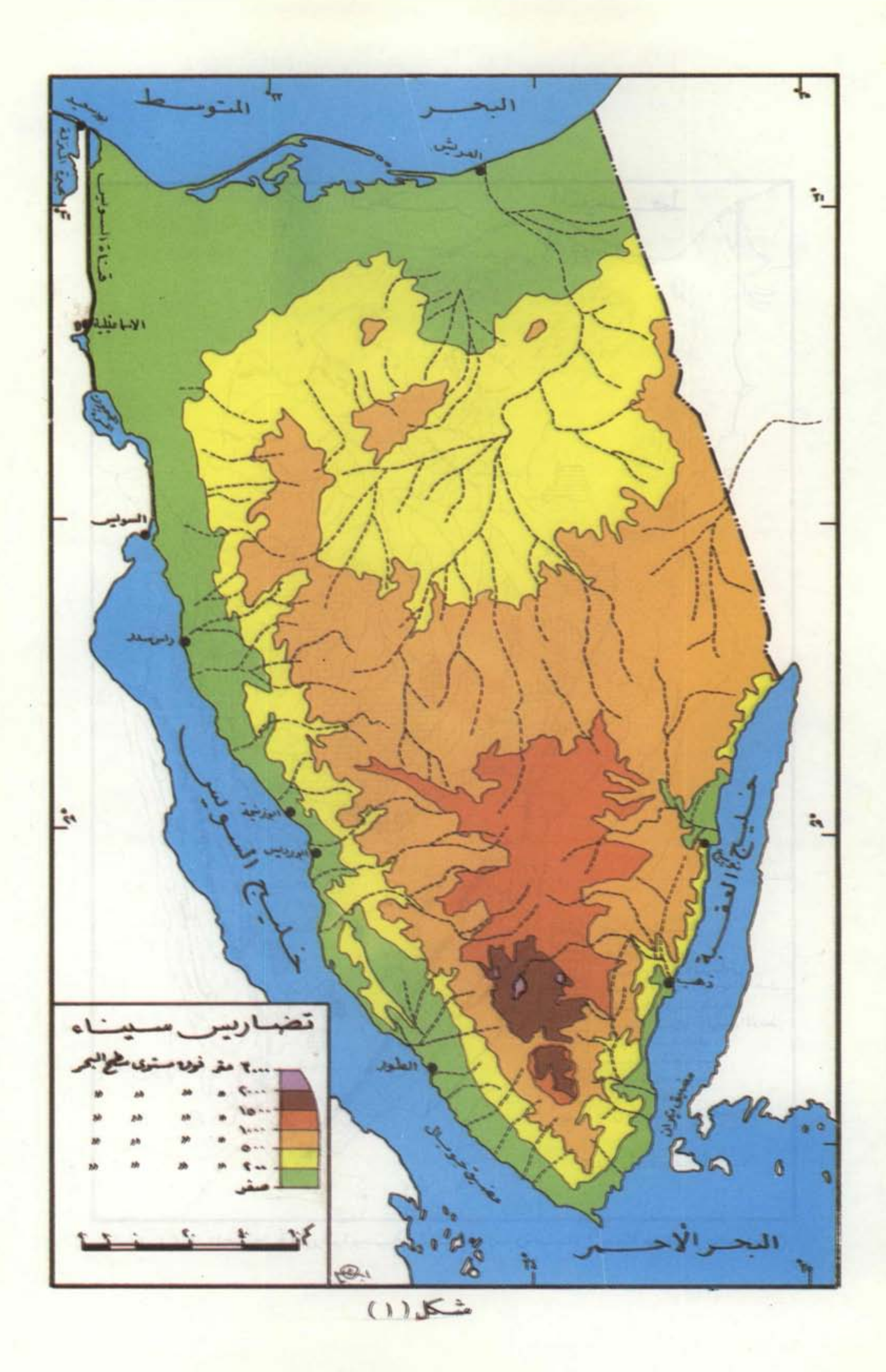
وقد وضحت هذه الدراسة مدى الضرورة المُلحَّة للبيانات عن موارد المياه في سيناء، ويتطلب ذلك القيام بحصر تفصيلي شامل لمختلف الموارد المائية الحالية، كذلك ينبغي توفر البيانات المناخية والهيدرولوجية للتعرف على طبيعة المطر، مقداره، عدد مرات حدوثه، مواعيد سقوطه، أماكن سقوطه، درجة تركزه، مقدار ما يضيع من مياهه من تبخر، وما تتشرب به التربة، وما ينساب نحو الباطن، وما يجري في الأودية من سيول من حيث أحجامها، عدد مرات

حدوثها، تواريخها، فترة دوام كل منها، وما تنقله من رواسب وغير ذلك من عناصر ضرورية للدراسة. ولن يتم ذلك إلا بإنشاء شبكة جيدة من محطات رصد العناصر المناخية وشبكة أخرى مماثلة لرصد المياه الجارية في الأودية أولاً بأول. وستبقى إمكانات سيناء من الموارد المائية مجالا للتكهنات حتى يتم تحديد حجم هذه الموارد المائية على أسس علمية سليمة تستند إلى قياسات فعلية تمتد لعدة سنوات.

أما الخزانات الطبيعية للمياه في رواسب الزمن الرابع سواء كانت في بطون الأودية أو كثبانا رملية، فلابد من دراسة خصائص هذه الخزانات لتقدير طاقتها على التخزين ومصادر تغذيتها ونوع مياهها ومعدلات السحب منها. وكذلك المياه الجوفية العميقة التي تحتاج إلى دراسة تفصيلية للصخور في شبه الجزيرة لتحديد الطبقات الحاملة منها للمياه وتقدير امتدادها وأعماقها ونوعية المياه الجوفية فيها ومصادر التغذية ومعدلات السحب منها.

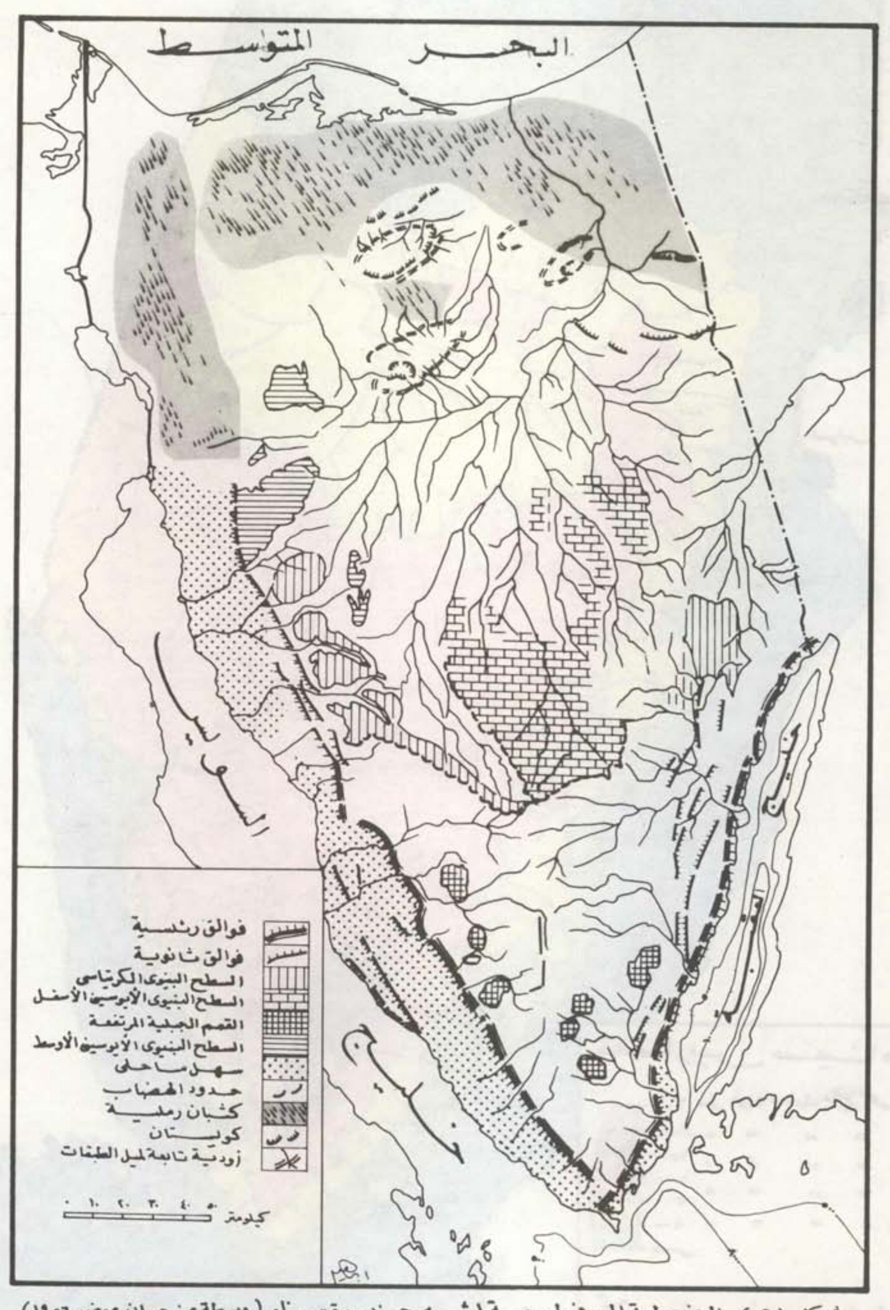
لذلك يصعب وضع أي تخطيط سليم للاستفادة بموارد المياه واستغلالها دون معرفة حقيقة لأحجام هذه الموارد فلا يعقل الاسراف في اقتراح الحلول ووضع المشاريع التي تعتمد على موارد مائية غير معروفة سلفا وبدقة كافية فعلى الرغم من أن إقامة سد على أحد الاودية ـ على سبيل المثال ـ أمر مفيد للغاية إلا أنه ينبغي أن يقام حيث يأتيه قدر مناسب من المياه وبتردد مناسب وحينما تتوافر إمكانات للتنمية الزراعية على مقربة منه، كذلك تحديد طرق الاستفادة من هذه المياه وأساليب توصيلها إلى مواقع الاستخدام ونوع الزراعات التي ستقام عليها واختيار نظم الري الملائمة لها. ناهيك عن الشروط الهندسية لبناء هذا السد وبند النفقات والصيانة والجدوى الاقتصادية وغير ذلك من أمور يجب أن توضع ضمن إطار دقيق وكجزء من خطة شاملة للتنمية الزراعية.

الخرائط والأشكال

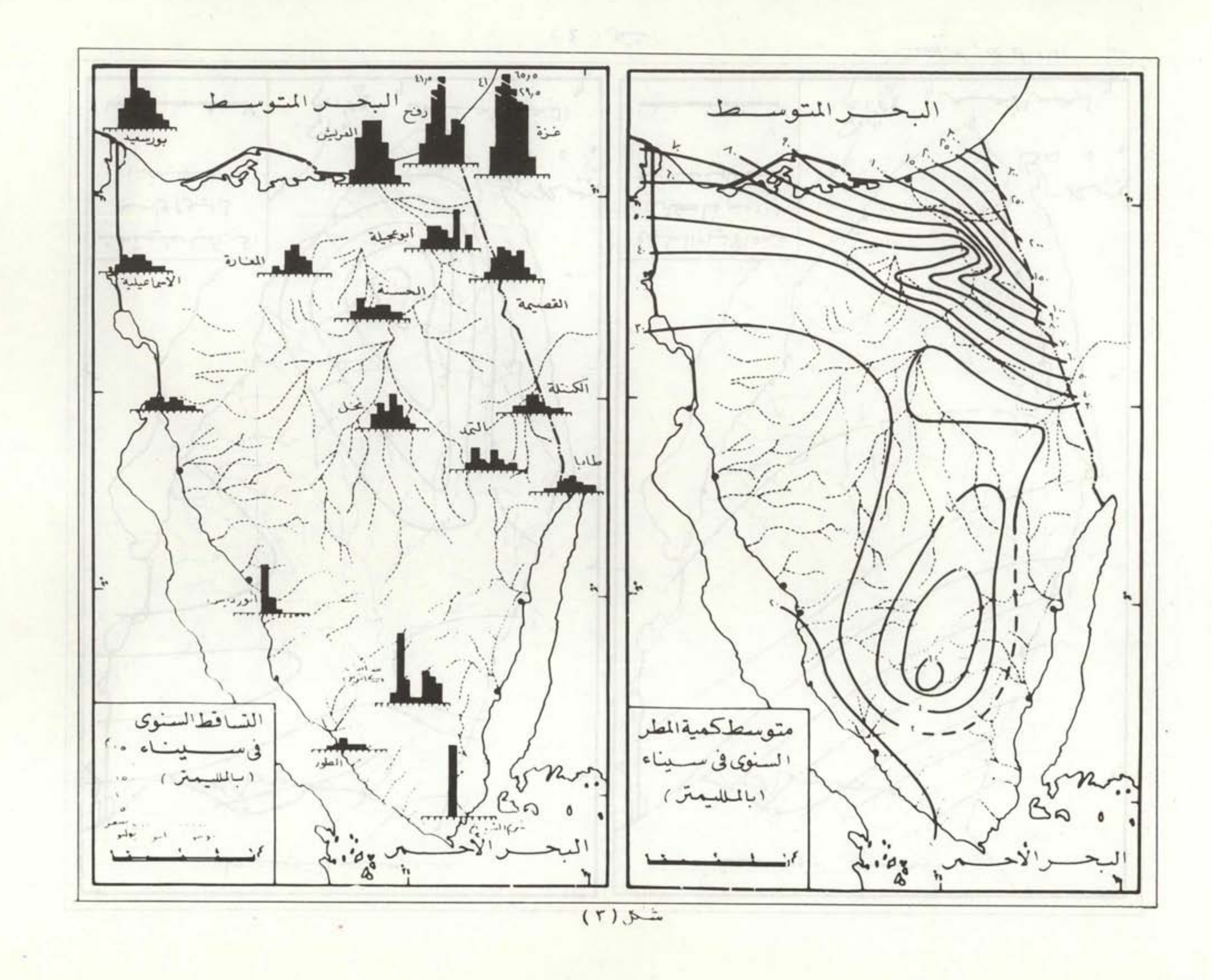


البحر المتوسط
العريش
الاسماعيلية
السويس
رأس سدر
أبو زنيمة
أبو رديس
الطور
خليج السويس
خليج العقبة
دهب
مضيق تيران
مضيق جوبال
البحر الأحمر
تضاريس سيناء
٢٥٠٠ متر فوق مستوى سطح البحر
٢٠٠٠
١٥٠٠
١٠٠٠
٥٠٠
٢٠٠
صفر
كم

شكل (١)

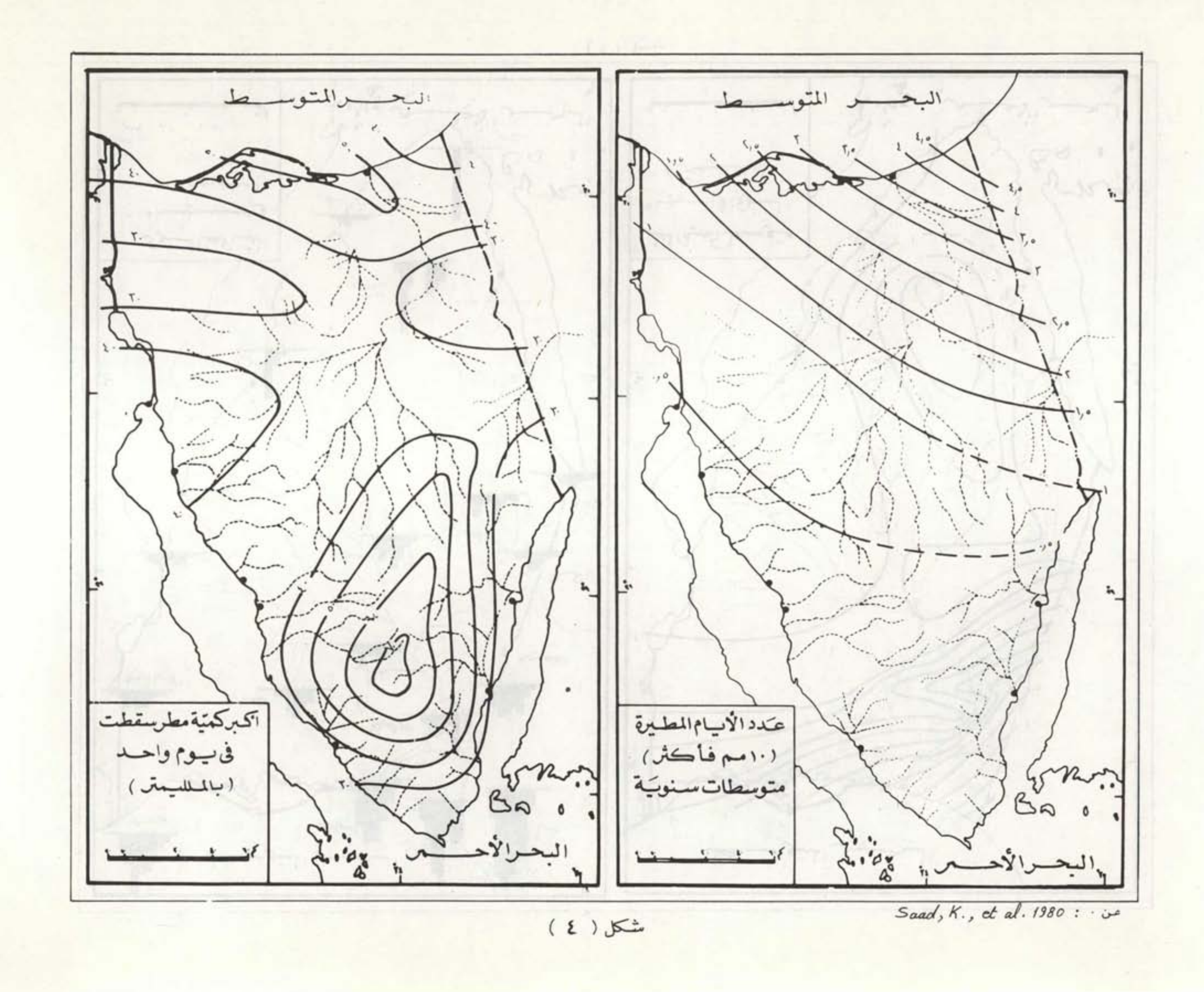


شكل (٢) الخريطة المورفولوجية لشبه جزيرة سيناء (مبسطة عن حسان عوض ١٩٥٦)



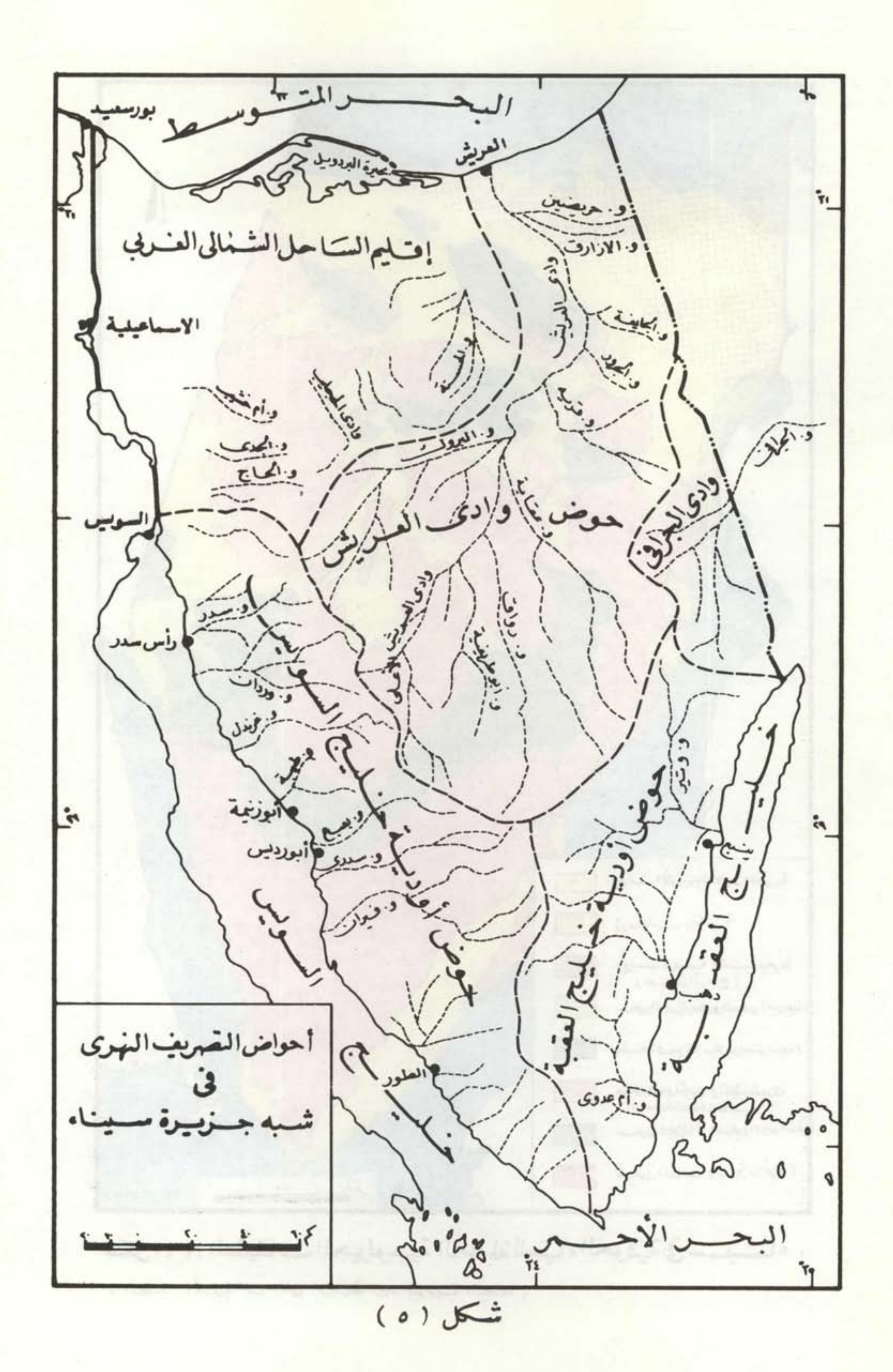
البحر المتوسط
بورسعيد
العريش
رفح
غزة
أبوعجيلة
المغارة
الحسنة
القصيمة
الإسماعيلية
نخل
الكنتلة
التمد
طابا
أبوزنيمة
الطور
البحر الأحمر
التساقط السنوى
فى سيناء
(بالمليمتر)
البحر المتوسط
متوسط كمية المطر
السنوى فى سيناء
(بالمليمتر)
البحر الأحمر

شكل (٣)



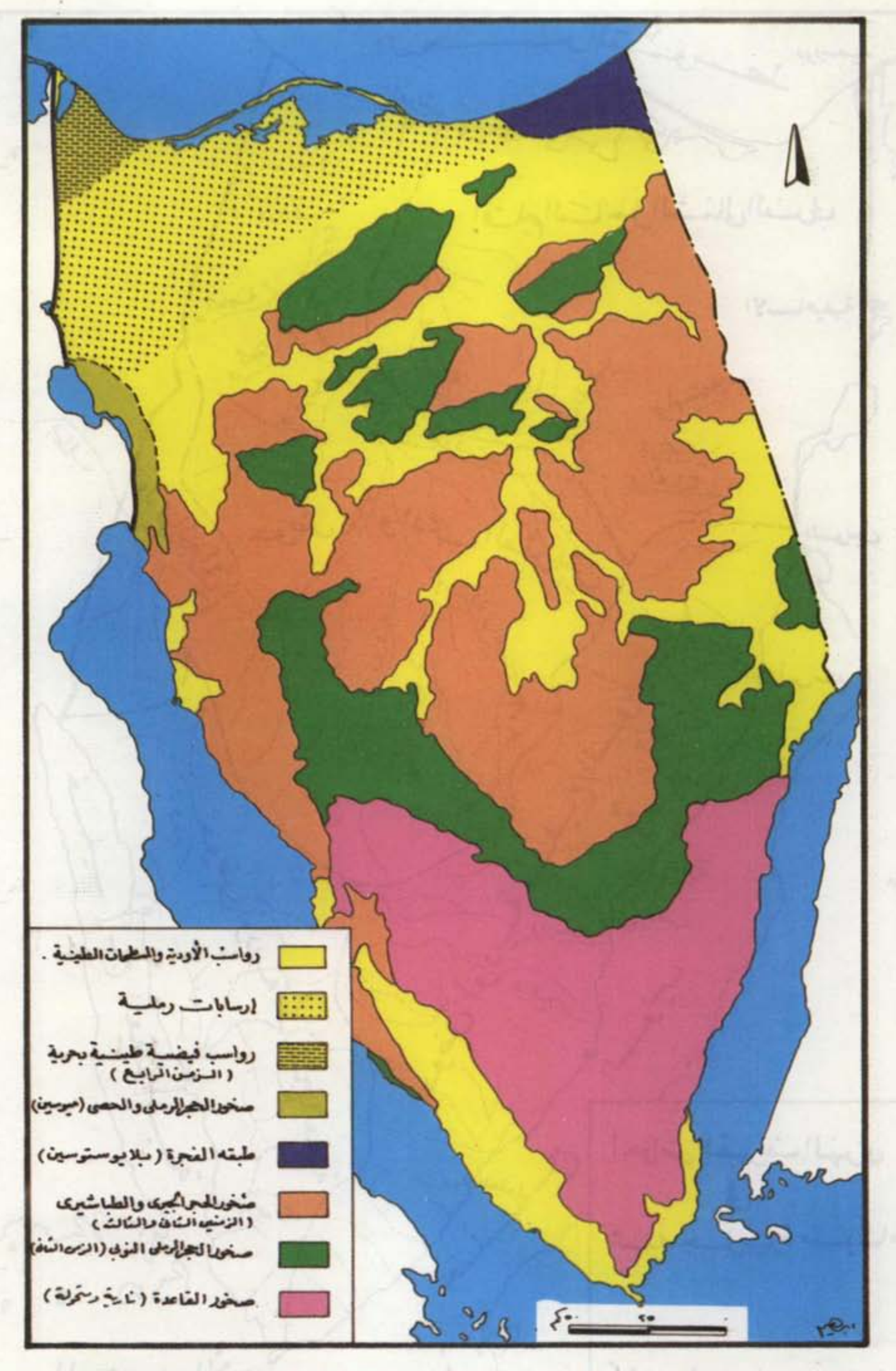
عن : Saad, K., et al. 1980

شكل (٤)



البحر المتوسط
بورسعيد
العريش
بحيرة البردويل
و. حريضين
و. الازارق
إقليم الساحل الشمالى الغربى
الاسماعيلية
و. أم خشيب
و. الحاج
و. البروك
حوض وادى العريش
وادى الجرافى
السويس
و. سدر
رأس سدر
و. وردان
و. غرندل
أبوزنيمة
أبورديس
و. سدرى
و. فيران
الطور
حوض أودية خليج العقبة
خليج العقبة
دهب
و. أم عدوى
خليج السويس
البحر الأحمر
أحواض التصريف النهرى
فى
شبه جزيرة سيناء

شكل (٥)



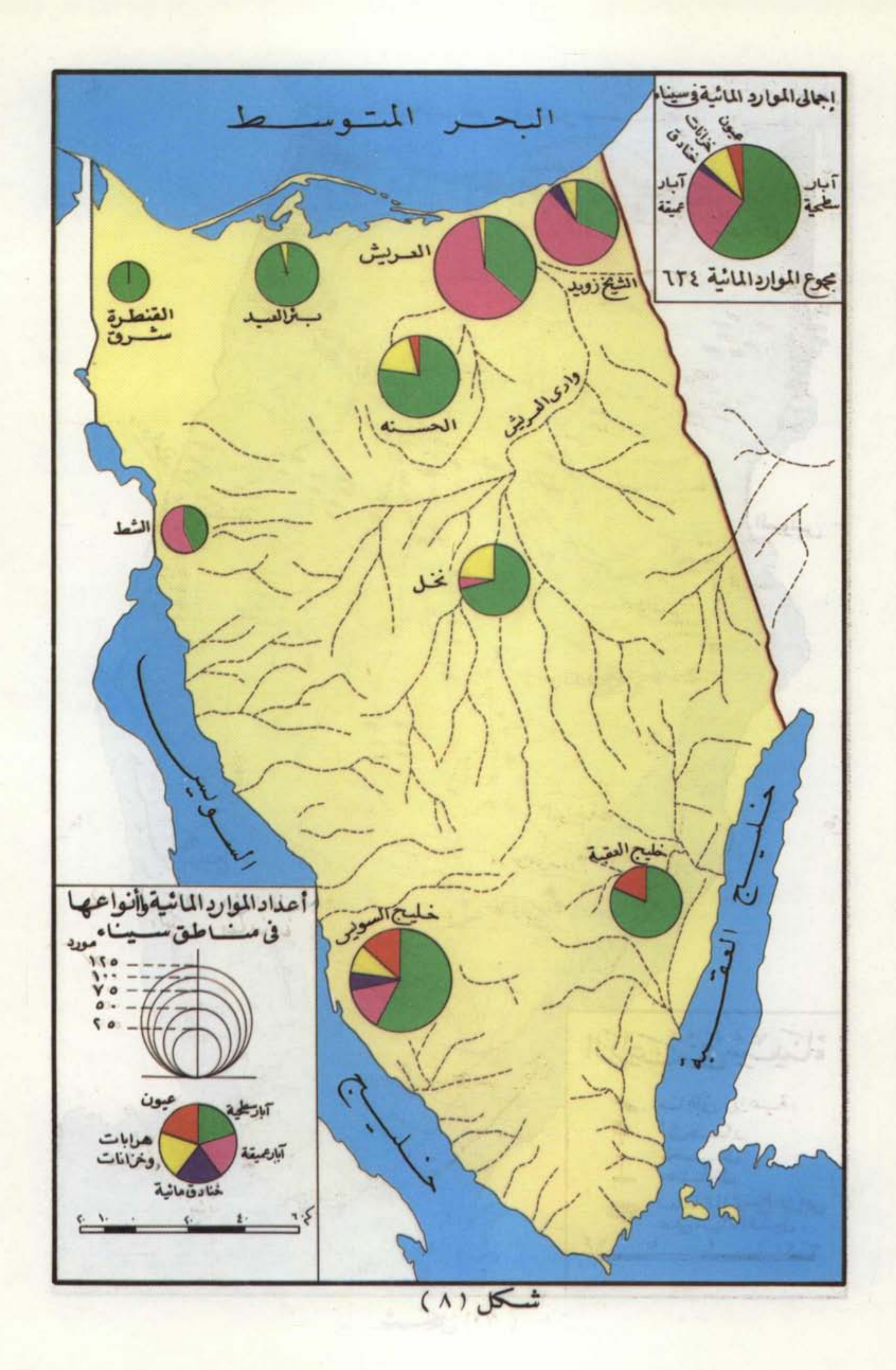
شكل (٦) : الطبقات الجيولوجية الحاملة للمياه الجوفية في سيناء .

(المصدر : أكاديمية البحث العلمي . وخريطة مصر الجيولوجية ، بتصرف)

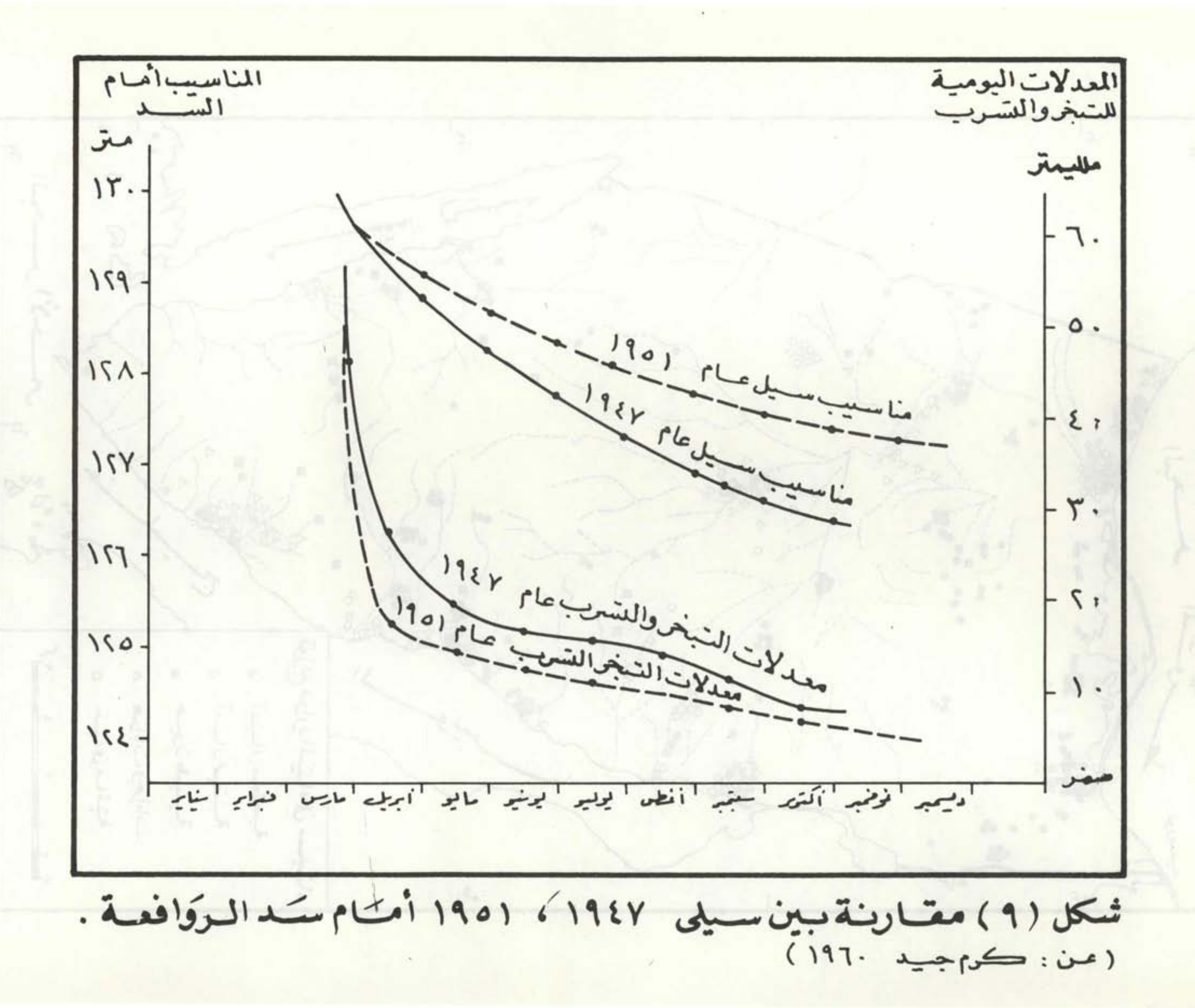


البحر المتوسط
بورسعيد
الشيخ زويد
العريش
بحيرة البردويل
بئر العبد
قاطية
بئر لحفن
وادي حريشين
القسيمة
وادي العريش
بئر الحسنة
وادي البروك
بئر التماد
الكنتلة
الإسماعيلية
السويس
رأس سدر
وادي سدر
التمد
وادي وردان
أبوزنيمة
أبورديس
وادي فيران
نويبع
دير سانت كاترين
دهب
الطور
شرم الشيخ
خليج السويس
خليج العقبة
الزراعة في سيناء
مناطق زراعية
أشجار
نخيل
حشائش
مساحات التوسع الزراعي على مياه النيل.
كم

شكل (٧)

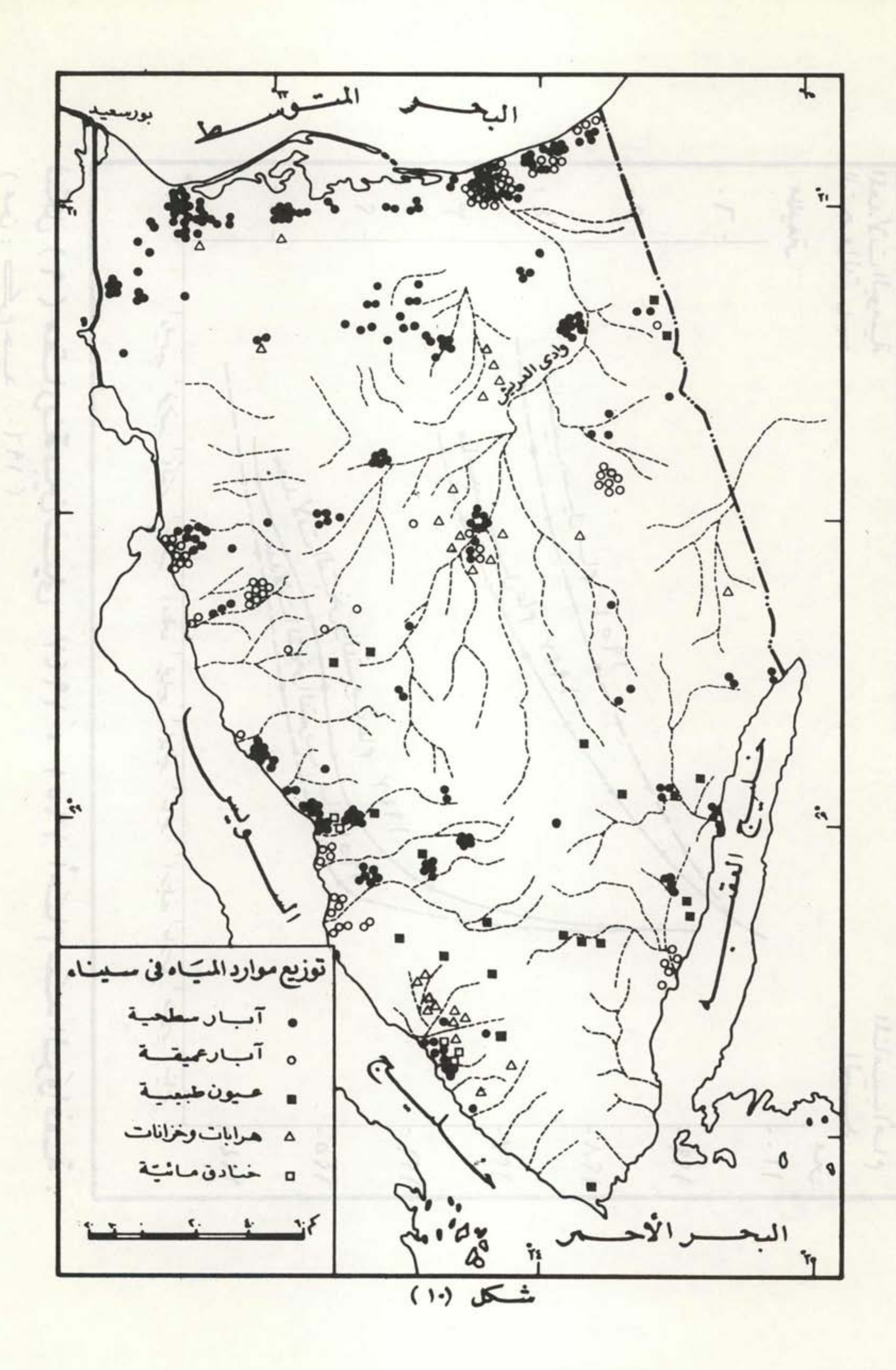

البحر المتوسط
إجمالى الموارد المائية فى سيناء
عيون
خزانات
خنادق
آبار سطحية
آبار عميقة
مجموع الموارد المائية ٦٣٤
العريش
الشيخ زويد
بئر العبد
القنطرة شرق
الحسنه
وادى العريش
الشط
نخل
خليج العقبة
خليج السويس
أعداد الموارد المائية وأنواعها فى مناطق سيناء
مورد
١٢٥
١٠٠
٧٥
٥٠
٢٥
عيون
آبار سطحية
هرابات وخزانات
آبار عميقة
خنادق مائية
كم ٦٠
٤٠
٢٠
٠
١٠
٢٠

شكل (٨)



شكل (٩) مقارنة بين سيلى ١٩٤٧ ، ١٩٥١ أمام سد الروافعة .

(عن : كرم جيد ١٩٦٠)


البحر المتوسط
بورسعيد
وادى العريش
البحر الأحمر
توزيع موارد المياه فى سيناء
آبار سطحية
آبار عميقة
عيون طبيعية
هرابات وخزانات
خنادق مائية
كم

شكل (١٠)

المراجع

أولا: مراجع باللغة العربية:

- أحمد سالم صالح (١٩٨٥) «حوض وادي العريش ـ دراسة جيومورفولوجية» رسالة دكتوراة ـ قسم الجغرافيا ـ جامعة القاهرة. (غير منشورة).
- إسماعيل محمود الرملي (بدون تاريخ) «تخطيط مصادر المياه بشبه جزيرة سيناء وإمكـانية الاستفادة منها في المشروعات المستقبلية»، قسم بحوث مصادر المياه، معهد الصحراء، وزارة الزراعة، القاهرة، (تقرير غير منشور).
- اسماعيل محمود الرملي (بدون تاريخ) «العيون المعدنية والساخنة في شبه جزيرة سيناء»، قسم بحوث مصادر المياه، معهد الصحراء، وزارة الزراعة، القاهرة (تقرير غير منشور).
- السيد السيد الحسيني (١٩٨٢)، «موارد المياه في الصومال»، المسح الشامل لجمهورية الصومال الديمقراطية، معهد البحوث والدراسات العربية، المنظمة العربية للتربية والثقافة والعلوم، بغداد.
- السيد محمد كيلاني (١٩٧٩) «حوار حول تنمية سيناء»، مذكرة رقم **١٢٤٣** معهد التخطيط القومي، القاهرة.
- الهيئة العامة للاستعلامات (١٩٨٤) «محافظة شمال سيناء»، صدر بمناسبة عيدها القومي الثاني، وزارة الأعلام، القاهرة.
- جمال حمدان (١٩٨٠) «شخصية مصر ـ دراسة في عبقرية المكان»، الجزء الأول، عالم الكتب، القاهرة.
- حسان عوض (١٩٦٠) «جغرافية شبه جزيرة سيناء»، موسوعة شبه جزيرة سيناء، المجلس الأعلى للعلوم، رئاسة الجمهورية، القاهرة.

- عبدة شطا وإبراهيم حميدة (بدون تاريخ) «مذكرة مبدئية لحصر مصادر المياه في سيناء، معهد الصحراء، وزارة الزراعة، القاهرة (تقرير غير منشور).
- كرم جيد (١٩٦٠) «مصادر المياه بشبه جزيرة سيناء»، موسوعة شبه جزيرة سيناء، المجلس الأعلى للعلوم، رئاسة الجمهورية، القاهرة.
- كمال فريد سعد (١٩٦٢) «تقرير مبدئي عن هيدرولوجية المياه الجوفية بوادي العريش»، وحدة البحوث الهيدرولوجية، معهد الصحراء، وزارة الزراعة، القاهرة (غير منشور).
- محافظة شمال سيناء (١٩٨٠) «سيناء على طريق السلام والنماء»، قسم العلاقات العامة.
- محمد أسامة ناصف (١٩٧٥) «دراسة عن آبار المياه العميقة في سيناء» ورقة قدمت إلى مؤتمر تعمير سيناء (٢٤-٢٧ مايو ١٩٧٥)، الاتحاد الاشتراكي العربي، القاهرة.
- محمد صبحي عبد الحكيم وآخرون (١٩٧٩) «الجوانب البشرية في تعمير بعض المناطق المحررة من سيناء» (منطقة دلتا وادي سدر ووادي أبو صويرة). بحث قدم إلى جهاز بحوث تنمية وتعمير سيناء، وزارة البحث العلمي، القاهرة (غير منشور).
- محمد صفي الدين (١٩٧٧) «مورفولوجية الأراضي المصرية»، الطبعة الثانية، دار النهضة العربية، القاهرة.
- محمد عبدالمنعم المهدي (بدون تاريخ) «شبه جزيرة سيناء»، معهد الصحراء، وزارة الزراعة، القاهرة (غير منشور).
- معهد الصحراء (بدون تاريخ) «مصادر المياه الجوفية بشبه جزيرة سيناء»، القاهرة (تقرير غير منشور).
- وزارة الزراعة واستصلاح الأراضي (١٩٧٧) «سياسة التوسع الأفقي واستصلاح الأراضي في ٢,٨ مليون فدان»، القاهرة.

ثانيا: مراجع بلغة غير العربية:

- Awad, H, 1951, La montagne du Sinai Central: Etude Morpholgique, Pub. Soc. Geogr. Egypte, Le Caire.
- Ball, J., 1937, The water supply of Mersa Matruh, Survey and Mines Dept., Paper no. 42. Cairo.
- Dames & Moore, 1984, Sinai developemnt study, phase I, final report, vol. 5: Water supplies and costs, Ministry of Development, Cairo.
- El-Shazley, E.M., et al. 1974, Geology of Sinai Peninsula from Erts-I satellite images, The Remote Sensing Research project, Acad. Sci Res. Tech., Cairo, Egypt.
- El-Shazley, M.M., 1979, Water potential map of Sinai Peninsula, from Landsat-I satellite imagery interpretation, The Remote sensing center, Acad. Sci. Res. Tech., Cairo, Egypt.
- Evenari, M. Shanan, L., and Tadmore, N. 1971, The Negev: The challenge of a desert, Harvard Univ. Press.
- Finkel, H.J., 1979, Water resources in arid zone settlement, A case study: Arid zone settlement, The Israeli experience, ed., G. Golany, Pergamon Press, pp. 440-473.
- Geofizika, 1963, South Western Sinai: Reconnaissance investigations, Hydrogeology, Geophysics, Soil Studies. Final report, Cairo.
- Hellstrom, B., 1953, The ground water supply of north eastern Sinai, Geografiska Ann., vol. 35, pp. 61-74.
- Horton, R.E. 1945, Erosional development of streams and their drainage basins: hydrophsical approach to quantitative morphology, Geol. Soc. Amer. Bull. 56, pp. 275-370.
- Italconsult, 1969, Water supply surveys of Jeddah, Mecca, Taif area, unpublished report submitted to the Ministry of Agriculture and water, Riyadh, Saudi Arabia.
- Leopold, L.B., Wolman, M.G., and Miller, J.P., 1964, Fluvial processes in Geomorphology, Freaman, London.
- Meteorological Authority, 1979, «Climatological normals for the Arab Republic of Egypt up to 1975», Cairo.
- Murray, G.W. 1955, Water form the desert: Some ancient Egyptian achieevement, Geogr. Jour. vol. 121, pp. 171-181.

- Pavlov, M., and Ayuty, M., 1961, Ground water of the Sinai peninsula report to the General Director of the General Desert Develpment Authority, Cairo.
- Saad, K.F., El Shamy, I.z., and Sweidan, A.S. 1980, Quantitiv analysis of the geomorphology and hydrology of Sinai peninsula, Ann. Geol. Surv. Egypt, vol. 10.pp. 819-836.
- Said, R. 1962, The Geology of Egypt, El sevier Amesterdam.
- Sharon, D., 1972, The Spottiness of rainfall in a desert area, Jour. Hydrology, vol. 17, 161-175.
- Shata, A., 1959, Ground water and geomorphology of northern sector of Wadi El-Arish basin, Bull. Soc. Geogr. Egypte, vol. 32, pp. 247-262
- ________ 1960, The geology and geomorphology of El Qusaima area, Bull. Coc. Geogr. Egypte, vol. 22. pp. 95-143.
- Yair, A and lavee, H., 1976, Runoff generative process and runoff yield from arid talus mantled slopes, Earth surface processes, vol.I, pp. 235-247.
- Ward, R., 1967, Principles of Hydrology, Mc. Graw-Hill, London.
- ________, 1978, Floods, a geographical persepective, Macmillan London.
- UNESCO, 1969, International Association of Scientific Hydrology «Discharge of selected rivers of the world», vol. I, Paris.

سلسلة أعداد النشرة لعامي ١٩٨٦ و ١٩٨٧

٨٥ـ النقل بالسكك الحديدية في الوطن العربي	د سعيد احمد عبده
٨٦ـ مشكلة الاسكان في دولة الكويت	د. عبدالله الكندري
٨٧ـ مكة المكرمة دراسة في تطوير النمو الحضري	د. محمود السرياني
٨٨ـ الميزانية المائية لحوض وادي فاطمة	د. محمد سعيد البارودي
٨٩ـ فصلية الأمطار في الحوض الشرقي للبحر المتوسط وآسيا العربية	د. نعمان شحادة
٩٠ـ أثر المكان الأمثل	د. سميح أحمد عودة
٩١ـ العلاقة بين درجة خشونة القاع ومقدرة النهر على النحت والوصول الى مرحلة التوازن	د. محمود دياب راضي
٩٢ ـ أنظمة تسمية الشوارع والميادين وترقيم المساكن	د. غازي مكي
٩٣ـ التقاليد والتحديث والجغرافيا	عبدالرحمن سعود البليهد
٩٤ـ الاسواق المركزيه في مدينة الرياض ودراسة جغرافية في التوزيع السلوكي	د. شوقي بن ابراهيم مكي
٩٥ـ المواد الاولية الزراعية في الاقطار النامية بين الاحتكار ومنافسة البدائل الصناعية	الاستاذ الدكتورعلي علي البنا
٩٦ـ مفهوم جغرافية السكان في الصين واليابان	د. أمل العذبي الصباح
٩٧ـ سكان دولة الامارات	د. عبدالحميد غنيم
٩٨ـ حول مشكلة الحت وانجراف التربة في جبال سورية الساحلية (محافظة طرطوس)	د. محمد اسماعيل الشيخ
٩٩ـ تطور الوظيفة الصناعية في المدينة السعودية	د. محمد أحمد الرويثي

سلسلة اصدارات وحدة البحث والترجمة

١- تقلبات المناخ العالمي	عرض وتعليق: أ. د. محمد صفي الدين أبو العز
٢- محافظة الجهراء	أ. د. زين الدين غنيمي د. أمل العذبي الصباح
٣- تعدادات السكان في الكويت	
٤- أقاليم الجزيرة العربية بين الكتابات العربية القديمة والدراسات المعاصرة	أ. د. عبدالله يوسف الغنيم
٥- أشكال سطح الأرض المتأثرة بالرياح في شبه الجزيرة العربية	أ. د. عبدالله يوسف الغنيم
٦- حول تجربة العمل الميداني لطلاب الجغرافيا بجامعة الكويت	أ. د. صلاح الدين بحيري
٧- الاستشعار من بعد وتطبيقاته الجغرافية في مجال الاستخدام الأرضي	أ. د. علي البنا
٨- البدو والثروة والتغير: دراسة في التنمية الريفية للامارات العربية المتحدة وسلطنة عمان	ترجمة: د. عبدالاله أبو عياش حسن صالح شهاب
٩- الدليل البحري عند العرب	
١٠- بعض مظاهر الجغرافيا التعليمية لمقاطعة مكة المكرمة	د. ناصر عبدالله الصالح
١١- طرق الملاحة التقليدية في الخليج العربي	حسن صالح شهاب
١٢- نباك الساحل الشمالي في دولة الكويت دراسة جيوجورفولوجيه	د. عبد الحميد احمد كيلو د. محمد اسماعيل الشيخ

سلسلة منشورات وحدة البحث والترجمة

١ـ بيئة الصحاري الدافئة	ترجمة: أ.د. علي البنا
٢ـ الجغرافيا العربية	تعريب وتحقيق: د. عبدالله يوسف الغنيم د. طه محمد جاد
٣ـ مدن مصر وقراها عند ياقوت الحموي	د. عبدالعال الشامي
٤ـ العالم الثالث: مشكلات وقضايا	ترجمة: أ.د. حسن طه نجم
٥ـ التنمية الزراعية في الكويت	أ.د. محمد رشيد الفيل
٦ـ القات في اليمن: دراسة جغرافية	د. عباس فاضل السعدي
٧ـ هيدرولوجية الأقاليم الجافة وشبه الجافة	تعريب: د. سعيد أبو سعدة
٨ـ منتخبات من المصطلحات العربية لأشكال سطح الأرض	أ.د. عبدالله يوسف الغنيم
٩ـ البلدان اليمانية عند ياقوت الحموي	تحقيق القاضي اسماعيل بن علي الأكوع
١٠ـ المدن الجديدة بين النظرية والتطبيق	د. أحمد حسن ابراهيم
١١ـ الأبعاد الصحية للتحضر	ترجمة: أ.د. محمد عبدالرحمن الشرنوبي
١٢ـ التطبيقات الجغرافية للاستشعار من بعد: دليل مراجع	د. صبحي المطوع
١٣ـ قواعد علم البحر	حسن صالح شهاب
١٤ـ الانسياق الرملي وخصائصه الحجمية بصحراء الدهناء على خط الرياض ـ الدمام	مشاعل بنت محمد بن سعود آل سعود
١٥ـ التخطيط الحضري لمدينة الأحمدي وإقليمها الصناعي	د. وليد المنيس د. عبدالله الكندري
١٦ ـ كيف ننقذ العالم	ترجمة: أ د. علي علي البنا، أ.د. زين الدين عبدالمقصود